

NCC NEWS 12

月號

NATIONAL COMMUNICATIONS COMMISSION • 第7卷 第8期 • 中華民國102年12月出刊



<http://www.ncc.gov.tw>

頭條故事 · 固定寬頻網路發展與監理機制

人物專訪 · 寬頻上網評量計畫，讓上網速度無所遁形
專訪財團法人電信技術中心實驗室主任 林炫佑博士

專欄話題 · NGN網路技術應用與發展
· 光纖到家終極推手-GPON網路大躍進
· 淺談CWDM與DWDM之應用與發展

國際瞭望 · 固定寬頻接取網路國際標準發展近況



中華民國 102 年 12 月出刊
第 7 卷 第 8 期

出版機關 國家通訊傳播委員會
發行人 石世豪
編輯委員 虞孝成、彭心儀、劉崇堅
魏學文、江幽芬
編輯顧問 陳國龍、鄭泉評
總編輯 蔡炳煌
副總編輯 紀效正
執行編輯 王伯珣、劉秀惠、林淑娟
電話 886-2-3343-7377
地址 10052 臺北市仁愛路一段 50 號
網址 www.ncc.gov.tw
美術編輯 奧維多整合行銷股份有限公司
電話 886-2-2395-6777

展售處
國家書店 - 松江門市
104 臺北市中山區松江路 209 號 1 樓
電話 886-2-2518-0207

五南文化廣場
臺中市區綠川東街 32 號 3 樓
電話 886-4-2221-0237

中華郵政臺北雜誌第 1102 號
執照登記為雜誌交寄
歡迎線上閱讀並下載本刊
網址：www.ncc.gov.tw

GPN：2009600628
ISSN：1994-9766
定價新臺幣：100 元
創刊日期：96.4.28

著作權所有 本刊圖文非經同意不得轉載

頭條故事

- 新科技引領發展，良善監理為品質把關
固定寬頻網路發展與監理機制 1

人物專訪

- 因應倍速成長、促進服務增值
寬頻上網評量計畫，讓上網速度無所遁形
專訪財團法人電信技術中心實驗室主任 林炫佑博士 5

專欄話題

- 豐富使用者體驗，數位生活零界限
NGN 網路技術應用與發展 7
- 以科技趨動便利，讓應用凌駕全球
光纖到家終極推手 - GPON 網路大躍進 9
- 以骨幹為中心、以品質為宗旨
淺談 CWDM 與 DWDM 之應用與發展 16

國際瞭望

- 技術日新月異，唯有掌握趨勢才能無限延伸未來
固定寬頻接取網路國際標準發展近況 21

會務側寫

- 與時俱進、與品質為伍、與趨勢同步
修正固定通信業務服務品質規範 Best effort 的具體實現 24
- 委員會會議重要決議 28



新科技引領發展，良善監理為品質把關 固定寬頻網路發展與監理機制

■簡秀峯、鄭明宗
■陳國龍 指導

前言

隨著近年來網路應用蓬勃發展及網路普及，網路已逐漸改變現代人的生活型態，上網行為從單純網頁瀏覽漸漸轉變成社交、資料搜尋、影音娛樂及各式雲端服務等活動，依據國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）資料顯示，預估2013年全世界網路使用人口數可達27億人（如圖1），約占全世界總人口數39%（如圖2），其中已開發國家網路使用人口數更高達開發國家總人口數77%，開發中國家網路使用人口數則達開發中國家總人口數31%；另全世界固網寬頻上網人口則達6億9仟6百萬人口（如圖3，其中寬頻定義為達256 kbit/s以上之上網連線速率），約

占全世界總人口數10%（如圖4），其中已開發國家固網寬頻上網人口數達開發國家總人口數27%，開發中國家固網寬頻上網使用人口數則達開發中國家總人口數6%，綜觀以上統計數字，雖全世界有近4成人口使用網路，網路普及已達一定程度，但固網寬頻上網人口卻僅占1成全世界總人口數，顯見寬頻網路發展仍有很大的成長空間，隨著各種網路技術精進及各類網路應用發展，網路寬頻化將成為未來不可避免的發展趨勢。

由於網路對現代人的影響早已深入生活中的各個層面，消費者除追求高速網路滿足自身的網路應用需求外，並日益重視網路服務品質，同時在消費者意識抬頭的情況下，近年來電信消費糾紛層出不窮，惟網

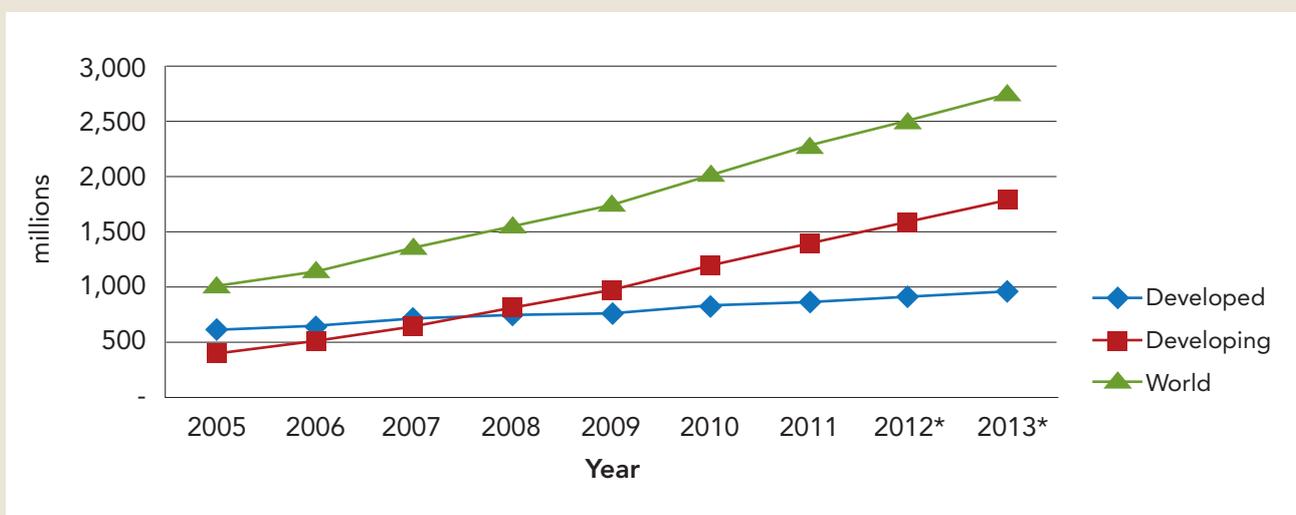


圖1 全世界網路使用總人口數，2012~2013年為估算值，資料來源：ITU, "ITU_Key_2005-2013_ICT_data"

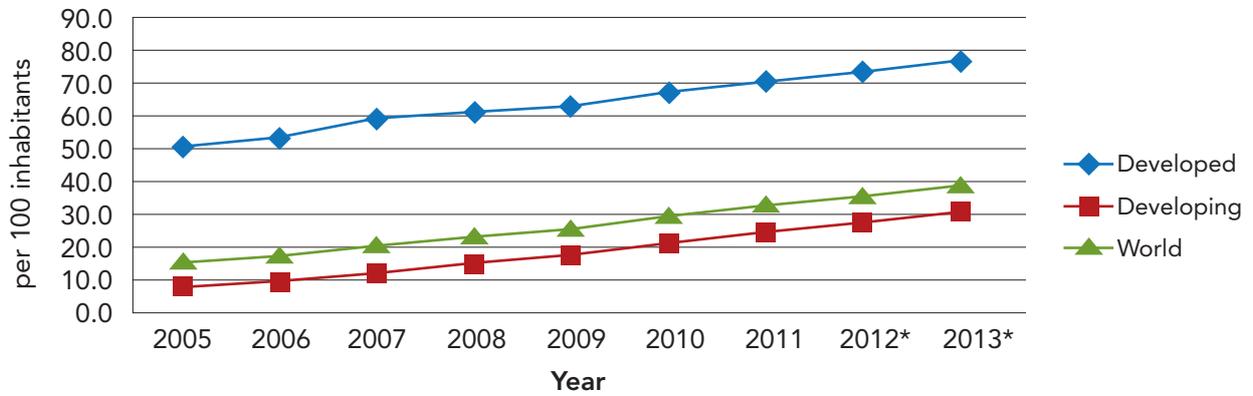


圖2 全世界網路使用總人口比例，2012~2013年為估算值，
資料來源：ITU, "ITU_Key_2005-2013_ICT_data"

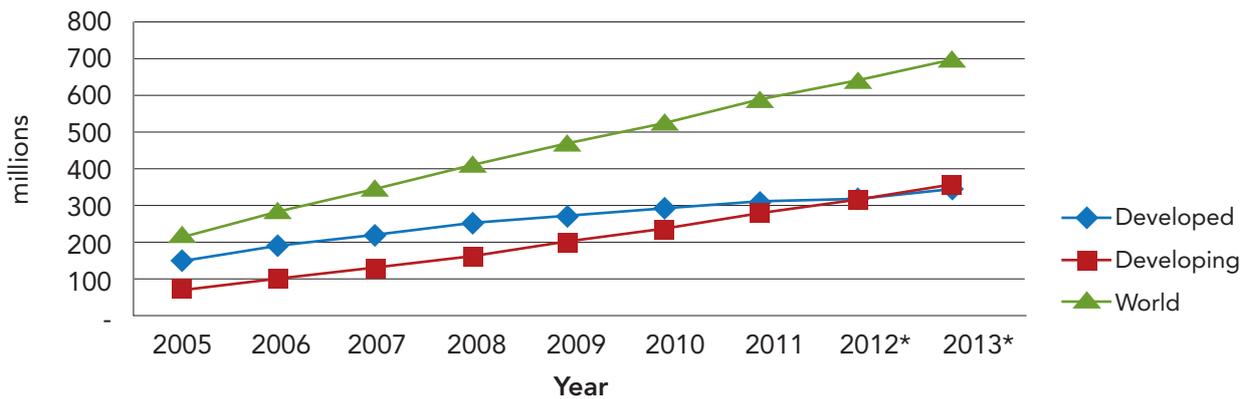


圖3 全世界寬頻網路使用總人口數，2012~2013年為估算值，
資料來源：ITU, "ITU_Key_2005-2013_ICT_data"

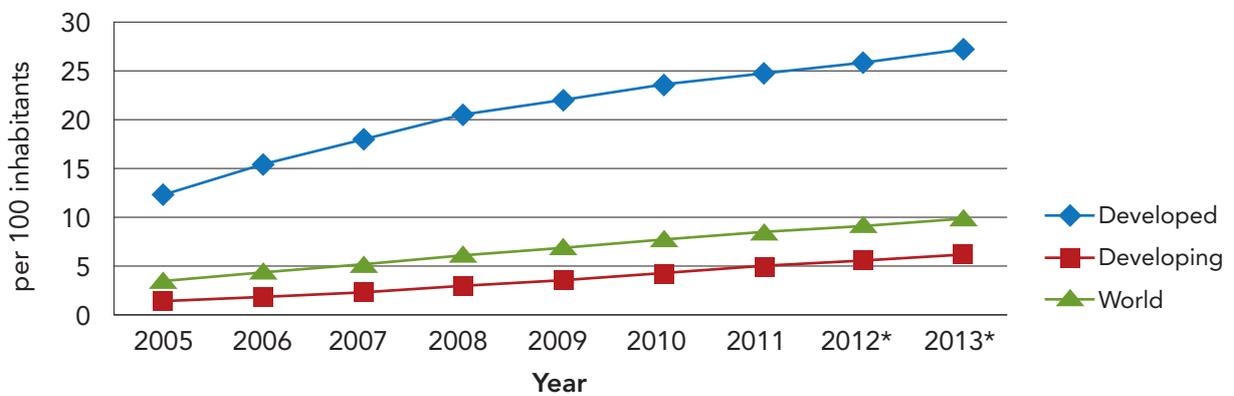


圖4 全世界寬頻網路使用總人口比例，2012~2013年為估算值，
資料來源：ITU, "ITU_Key_2005-2013_ICT_data"

路效能受限於整體網路架構，其影響因數甚多，除可歸責業者因素外，消費者端設備亦是影響網路效能重要因素，此外，業者產品資訊揭露不完整造成消費者誤解，亦是造成眾多電信糾紛的主因。

本月份NCC NEWS將概述目前固定寬頻網路架構現況與監理措施，其中包括DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)、PON (Passive Optical Network, PON) 及NGN (Next Generation Network) 等網路技術、固定寬頻接入網路國際標準發展，並為讓讀者了解國家通訊傳播委員會（以下簡稱本會）委託財團法人電信技術中心「固網寬頻上網速率評量與分析計畫」規劃與執行情形，特別專訪財團法人電信技術中心實驗室主任林炫佑博士，最後將介紹本會現行及未來之監理措施，俾使讀者充分瞭解固定寬頻網路發展與監理作業之梗概。

固定寬頻網路架構現況

目前國內固定上網服務由固網或網際網路接取服務業者 (Internet Access Service provider, IASP) 提供，一般固定寬頻網路架構主要係由接取網路、彙集網路、上網骨幹網路及聯外網路所組成（如圖5所示），當用戶與瀏覽網站伺服器位於同一電信業者網路內時，其訊務連結路由依序為用戶端設備、接取網路、彙集網路及上網骨幹網路；惟若用戶與瀏覽網站伺服器位於不同電信業者網路內時，則用戶傳送至瀏覽網站伺服器之訊務，由用戶所屬之電信業者上網骨幹網路透過國內互聯網際網路連結至網站伺服器所在之電信業者網內；若網站伺服器位於國外，用戶傳送至瀏覽網站伺服器之訊務，則由用戶所屬之電信業者上網骨幹網路透過國際互聯網際網路連到網站伺服器；另IASP業者受限於法令無法建置實體電路，因此，IASP

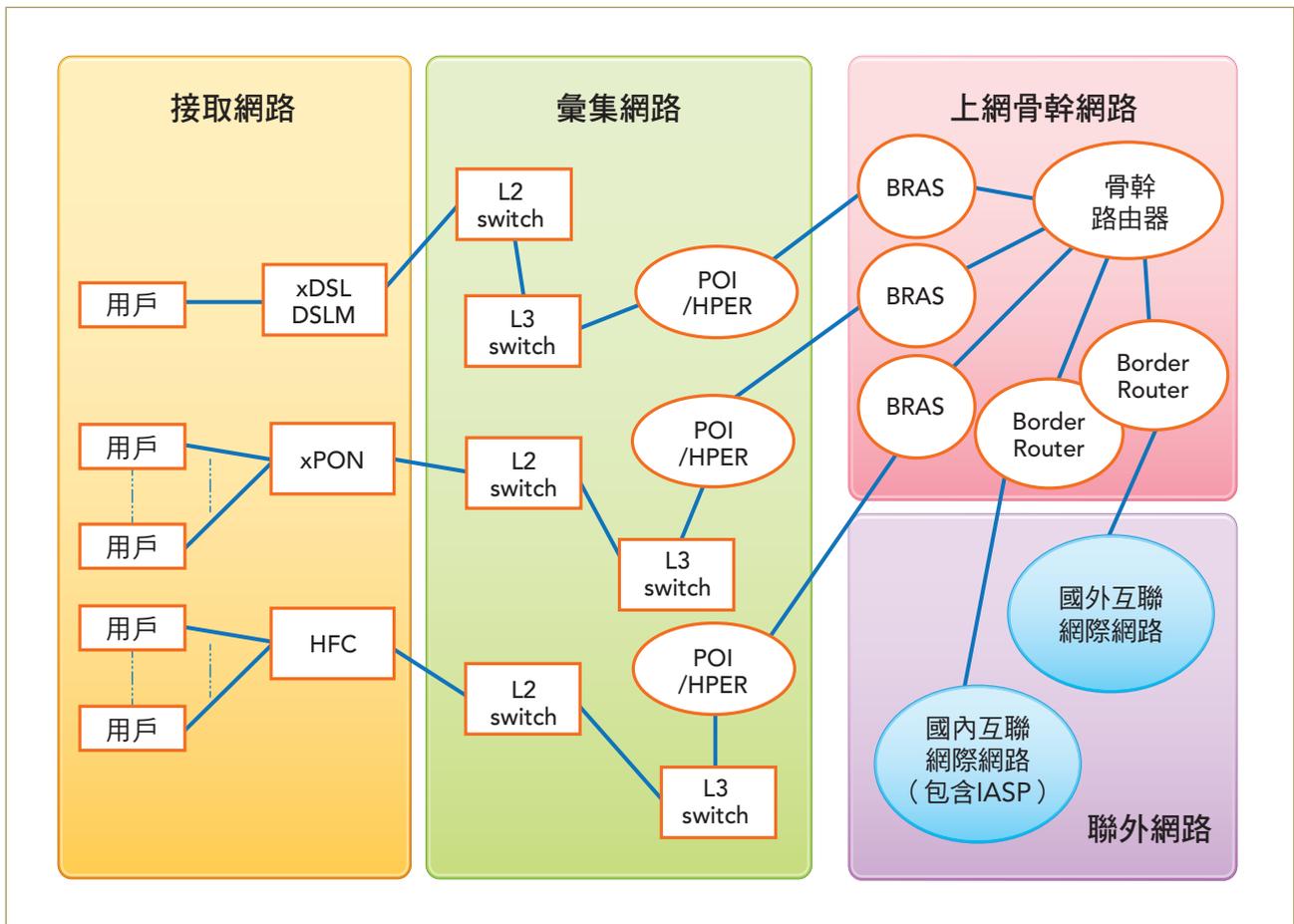


圖5 固定寬頻網路架構圖

業者係透過固網或有線電視業者實體電路（包含接取網路、彙集網路）連接至自身電信機房提供用戶上網服務，並以承租實體電路做為聯外網路及連結各電信機房形成上網骨幹網路。

由於用戶上網路由涉及接取網路、彙集網路、上網骨幹網路及聯外網路等4個子網路架構，每一子網路架構皆會直接影響用戶網路品質，若是用戶與瀏覽網站屬於同一電信業者網路內，則上網連線速率會受到電信業者接取網路、彙集網路及上網骨幹網路頻寬所影響，若用戶與瀏覽網站位於不同電信業者網路內，或是瀏覽網站位於國外，則上網連線速率會受到上述4個子網路頻寬所影響。

這4個子網路架構中，除了接取網路外，其餘子網路皆採光纖傳輸，受惠於近年來DWDM傳輸技術演進，電信業者透過DWDM傳輸技術即可在不重新鋪設光纖情況下，沿用舊有光纖提升整體網路頻寬，大大地降低高速網路建置成本。另外，接取網路的接取技術目前以DSL (Digital Subscriber Loop, DSL)、PON、HFC (Hybrid Fibre-Coaxial, HFC) 為主，這三種接取技術中，DSL因採銅纜傳輸，其傳輸速率受限於距離及材質並不適合於高速傳輸。另HFC則是採混合軸光纜傳輸，若是上下傳採4/8個頻道 (channel, 頻寬6MHz)，透過調變技術Docsis 3.0 (Data Over Cable Service Interface Specification 3.0)，則上下傳頻寬可達120M/320M bit/s，至於PON接取技術，從早期APON (ATM-based Passive Optical Network)、EPON (Ethernet Passive Optical Network)、GPON (Gigabit Passive Optical Network) 一直演進到WDM PON (Wavelength Division Multiplexing-Passive Optical Network)、10GPON (10-Gigabit-capable Passive Optical Network)，PON除具備高速傳輸優勢外，並有節省光纖及主動元件的優勢，可有效降低建置成本。綜觀以上3種接取技術，為因應未來高速網路需求，以PON及HFC接取技術較為可行，並搭配DWDM傳輸技術及各類網路協定演進，期能加速光纖到府建設腳步及提供消費者高速網路服務。

監理措施

本會於101年2月24日完成各電信業者相關營業規章及服務契約之核定，業者於營業規章及服務契約揭露網路特性以避免消費者誤解，然網路傳輸速率受限於上述多種因素之影響，本會特要求各固網業者於用戶裝機時，應實施寬頻上網連線速率（含線路速率及資料速率）測試，且提供消費者7日免費試用，並於今年度起委託財團法人電信技術中心進行固網寬頻上網速率量測，揭露各業者實際上網速率供消費者參考。同時，本會每兩年依據固定通信服務品質規範辦理相關服務品質項目之量測及調查，未來將納入寬頻上網電路服務品質之測項，以符廣大寬頻消費者之需求，並期透過各項監理措施，督促各業者加強網路建設，形成各業者間良性競爭，提升整體寬頻網路效能。

小結

隨著網路應用蓬勃發展，網路發展漸走向高速寬頻，電信業者透過各項網路技術提升整體網路頻寬以滿足消費者需求，固網業者所提供之寬頻上網服務，係以國際標準歸屬之「Best effort」網路品質分類模式提供服務，國際先進電信業者亦有提供此種分類模式之上網服務，藉由頻寬資源共享方式，使用戶得以較低廉費率使用高速寬頻服務，上揭「Best effort」模式，其實際傳輸速率會因上網終端設備、距離、同時間上網用戶數、所在位置之環境及到訪網站之連外頻寬等因素之影響而有所變化。惟此項技術特性不應成為業務無法保證頻寬之口實，反之，本會宜發揮監理功能，建立量測及資訊揭露等制度，輔以市場競爭，促使業者「竭盡所能」地優化網路，使我國寬頻服務精益求精，日新月異。☺

（作者分別為通訊營管處 技士、科長）
（指導者為本會技監兼通訊營管處處長）

因應倍速成長、促進服務加值

寬頻上網評量計畫，讓上網速度無所遁形

專訪財團法人電信技術中心實驗室主任 林炫佑博士

■ 通訊營管處

NCC推動「固網寬頻上網速率評量與分析計畫」的目的

根據調查，100年我國家戶寬頻普及率已正式突破八成，雖然寬頻上網服務快速成長，用戶數急遽增加，但受限於種種因素，常有消費者抱怨寬頻上網速率不如預期。同時，固定寬頻上網服務亦常因消費者實際感受之連線速率與業者之廣告速率不符而影響消費者權益。

為瞭解消費者對於行動寬頻上網速率的實際感受，並建立一個可信賴的評量機制，國家通訊傳播委員會（以下簡稱NCC）委託財團法人電信技術中心（Telecom Technology Center, TTC）推動「寬頻上網評量計畫」，針對業者所提供的寬頻上網服務進行實測與分析，希望藉由評量結果能督促業者更加重視寬頻上網的服務品質，並且提昇寬頻網路的基礎建設。同時，提供消費者公開透明的足夠資訊，讓消費者能夠依自己的需求選擇最適合之寬頻服務。

「固網寬頻上網速率評量與分析計畫」自102年開始，是由NCC針對寬頻服務業者所推動的評量計畫。目的是藉由定期公佈量測的數據，除了希望能督促國際網路接取服務（Internet Service Provider, ISP）業者持續改善服務之外，也希望能做為消費者面對眾多的ISP業者所提供的服務時的參考。寬頻競爭力也是國家競爭力的一環，透過第三方的量測，更有助於了解發展現狀。

NCC NEWS 十二月號專訪財團法人電信技術中心

實驗室主任林炫佑博士，以深入淺出的方式帶領大家深入了解「寬頻上網評量計畫」。

各家固網電信業者網路架構皆不盡相同，如何才能做到量測方式的公平性？

寬頻量測主要目的是為了量測全國ISP業者提供的上網速率是否與廣告速率一致，以確保消費者權益。因此，從102年開始，這項為期三年的「固網寬頻上網速率評量與分析計畫」，希望能透過定期公佈量測數據，促使ISP業者持續改善上網環境，最終提供透明化的資訊讓消費者選擇ISP時的參考。

關於寬頻上網評量，國際間雖然尚未制定共通標準，但各國監理機關多以硬體測試盒做為測試的工具。使用硬體測試盒的方式有別於消費者自行下載量測軟體，主要能夠克服軟體測量時容易因受測者的電腦設備規格不同而影響量測結果。TTC為建立公正性的量測平臺，成功研發硬體測試盒並將應用於今年度的計畫，預期將可提昇量測結果的準確度。

透過定期公布量測數據以督促業者改善上網速率是此計畫重要目的之一，然而影響消費者上網速率的因素很多。因此，量測架構必須能夠確認業者可以改善的部分，因此測試盒量測的方式是計算從業者機房下載或上傳一個完整的檔案需要多久時間，藉此測量寬頻服務業者與消費者之間的連網速度。這樣的量測架構可以完全要求業者改善機房到消費者端之間的上網品質，未來也希望擴及業者機房到外部網路的量測。另外，由於

國內ISP業者提供的供裝速率組合非常多，100Mbps以上的供裝速率也日益普遍，我們考量市占率及各縣市人口數，以專業的統計方式選擇受測樣本，取得各業者不同供裝速率的量測數據，以確保整個量測結果足以代表全國寬頻上網速率。

為符合未來網路發展趨勢，TTC將持續研發可以精確量測1Gbps上網速率的硬體測速盒。我們期許這套量測機制可以成為消費者及業者都認同的量測方式，經由透明的量測資訊以降低上網速率的消費爭議。

計劃推動過程中的挑戰

各國由監理機關進行的量測，最早是由英國自2011年開始執行寬頻量測計畫、其次是美國，而新加坡則是2012年開始寬頻量測計畫。這些國家的監理機關皆傾向於使用硬體測試盒。

另外，民間廠商執行的量測大部分以軟體方式進行，例如國際常引用雲端平臺供應商 Akamai 所提供的量測報告。量測方式為測量消費者連線到其雲端量測平臺的上網速度。根據其2013年第一季全球網路現況報告，臺灣位居第47名，其中亞洲的南韓、日本與香港包辦了前三名。

事實上，這樣測試的結果只能代表部分消費者使用Akamai雲端服務的連線速度，並不代表臺灣真正的上網速率。其測量結果受Akamai雲端伺服器位置、消費者使用設備及ISP業者對該伺服器的線路頻寬等因素影響。因此，世界各國的監理機關傾向使用硬體測試盒，以獲得足以要求ISP業者改善的量測數據。

目前我們正在執行的量測計畫基本上和美國聯邦通信委員會（The Federal Communications Commission,

FCC）及英國通信管理局（The Office of Communications, Ofcom）類似，最大的差異在於量測的範圍。由於美、英已持續量測2~3年，因此量測範圍已由消費者端到業者機房的連線量測，延伸到消費者與外部網路，甚至海外網路連線速率的量測。我們第一年仍以量測消費者到業者機房的連線速率為主，未來也會將業者對外連線的速率納入考量。

對於「固網寬頻上網速率評量與分析計畫」未來的期許

任何一個評量計畫首要任務是取得所有關係人的認同，以本計畫為例，如何在ISP業者、監理機關及消費者之間取得認同是這項為期三年計畫的最大目標。我們期許ISP業者對於量測方式取得共識與認同、消費者也認為量測方式與實際使用經驗接近，通傳會則透過量測結果保障消費者權益與督促ISP業者持續提供更好的上網環境。另外，從減少消費爭議的方面，我們也期許我們量測的架構能夠在協助解決消費者與業者因為上網速率的爭議。目前大部分ISP業者到消費者家安裝寬頻上網設備時，雖然都會先行測試上網速度達成率是否達到申裝的速率；然而，一般消費者最常見申訴案件在於實際使用時感受不到業者自行量測的上網速率。部份原因便是量測方法的不客觀，或量測的同時有其他上網行為而影響量測結果；此時利用本中心開發的硬體測試盒可以協助釐清其中的問題以降低爭議。

最後，我們當然也希望透過此計畫的執行，引導國內所有ISP業者持續提升上網速率，打造全國高速上網的環境。☺

林炫佑博士 簡介

目前為財團法人電信技術中心實驗室主任，負責無線通訊、數位電視及綠色通訊等實驗室，其科技專長為行動通訊訊號處理、網路規劃、優化及效能分析。林博士曾經任職電信運營，具備多年 2G 及 3G 網路規畫及營運的實務經驗。另外，林博士也是執行國內寬頻量測相關計畫的團隊成員，對於國內寬頻網路效能量測有深入的瞭解。

豐富使用者體驗，數位生活零界限 NGN網路技術應用與發展

■ 林三民

隨著通信技術的不斷發展，在公共的網際網路承載語音、數據、圖像及影片等服務驅動和網路融合的趨勢下，下世代網路（Next Generation Network, NGN），是在當今電信網路基礎上演變、融合而來的。理想中的NGN可以實現各種網路的互通，用戶可以在任何時間、任何地點、以多種方式，享受網路提供的各種服務。NGN整合過去各自為政的固網系統、數據網路（ADSL）、行動通訊，統一成為以網路通訊協定（IP）為共同語言的新世代網路，NGN的概念如同建立一套共同的語言，把語音（voice）、數據（data）、多媒體資料（video）全部數位IP整合化，電腦、行動電話、家庭電視均可溝通無礙。簡單的來說，過去室內有線電話是透過PSTN（Public Switched Telephone Network）電信網路，至於電腦上網，是透過xDSL或者CABLE線路連接網際網路，手機則是透過GSM、GPRS、3G、HSPA或者4G上網，這樣的結果造成通訊協定上的隔閡，透過NGN佈建豐富電信增值服務，而終端使用者更將感受到加值型服務。

一、NGN交換的概念

NGN交換技術是一個能夠提供下一代分封通信：包括語音、數據、圖像及影片和無線網路的平臺。利用NGN交換技術，電信業者能夠優化網路，並且提供新的服務和應用來獲取新的利潤。NGN交換是網路演進以及下一代分封網路的核心設備之一，它獨立於傳送網路，主要完成呼叫控制、資源分配、通信協議處理、路由、認證、計費等主要功能，同時可以向用戶提供現有電路交換機所能提供的語音服務。NGN交換技術就是將呼叫控制功能從媒體閘道傳輸層中分離出來，藉由軟體實現基本呼叫控制功能，包括呼叫路由選取、管理控制、連接控制（建立／拆除會話）和信令互連，實現

呼叫傳輸與呼叫控制分離，為控制、交換和軟體撰寫功能建立分離的平臺。NGN交換機 – Soft-Switch主要提供連接控制、號碼解譯和路由選取、網路閘道管理、呼叫控制、頻寬管理、信令、安全性和通話記錄等功能。同時，NGN交換機還可將網路資源、網路能力封裝起來，藉由標準開放的服務連接埠和服務應用層相連，進而方便地在網路上快速提供新服務。

二、NGN交換技術的網路結構

NGN交換的主要設計理念是服務與控制分離、承載與接取分離，把傳統交換機系統功能分離散布在網路之中。NGN交換技術是一種系統功能，為NGN交換網路提供具有即時性服務的呼叫控制和接續控制功能。

NGN交換網路是基於分封交換的網路，在原有電路交換機的基礎上，將服務功能（服務提供）、控制功能（呼叫和信令控制）和接取功能（中繼和用戶接取）相互分離，形成NGN交換網路的應用服務器、控制設備、信令閘道和各種接取媒體閘道。

NGN交換網路是可以同時提供用戶語音、數據、視訊等服務的開放網路。它採用分層的網路結構，使得網路結構更加靈活和方便。整個網路分成接取層、傳輸層、控制層和服務層，即把控制和服務從媒體層中分離出來。

NGN交換網路各層之間採用標準協議和連接埠。各層之間相互獨立，各自發展，每層之內的技術革新不影響其他層，且能夠提供靈活多樣的接取方式。藉由開放的應用介面（API）連接埠可以支援電信服務供應商開發新服務。

三、NGN的應用與發展

(一) NGN可提供綜合服務

NGN平臺可提供語音、數據及視訊等各種綜合服務，這是與傳統PSTN平臺相比的最大特點。如僅提供傳統語音服務，則NGN的優勢並沒有真正發揮，傳統PSTN技術在滿足基本語音服務上並無致命的缺陷，NGN要得到發展必須提供更多語音增值服務及視頻等新通信方式。隨著處理器運算能力的快速提升、網路傳輸速度的增加，一般都能實現。

(二) 開放式的增值服務平臺

由於NGN基本服務與增值服務相分離的特性，利用NGN架構可構建開放的增值服務平臺，目前相關增值服務已基本成熟。近年來行動增值服務比例逐年上升，藉由行動增值服務發展經驗，同時在固網開展新服務可為3G增值服務發展累積經驗。目前各電信業者推動的視訊電話、視訊會議和IP交換機（Internet Protocol Centrex）等增值服務，即為NGN發展的新服務。

(三) 終端介接的靈活性

NGN服務承載的是IP封包，目前電信網路中能提供IP封包承載的方式包括：xDSL寬頻、乙太網路專線、固定無線（3.5G、5.8G）、FTTx、Cable Modem、專線（E1、ATM/SDH）等多種方式，如此靈活的介接方式可為電信業者開展NGN新服務。

(四) 服務的跨地域性

與原有PSTN的地區市話局／匯接局的架構不同，NGN不限制用戶與主設備在同一地區，只要終端用戶的IP封包可到達電信業者的控制設備就可。理論上，任何地方的NGN設備可開展全球範圍的NGN服務，例如席捲全球的Skype，其服務伺服器部署於全球。

(五) 為網路融合奠定基礎

NGN是傳統電信技術發展和演進的一個重要里程碑，是一種網路體系的革新，國內外一些電信業者也開始進行NGN小規模的商業運用，基於分層結構的NGN交換作為NGN的核心技術，能夠充分利用現有IP傳輸網路的靈活性，採用開放的網路架構，方便開發各種適合客戶需求的話音、數據、視訊等服務，充分克服了傳統電信網路的弱點。電信網路的融合與發展是必然的趨

勢，隨著NGN交換在全球各地研究和深入的應用，相信以開放、分層與靈活提供服務為基礎特性的NGN交換，將來一定能夠得到長足的發展。利用一個網路為用戶提供所有服務一直是電信服務供應者追求的目標，3G的發展趨勢是最終與IP網融合形成統一的IP網路，IP網路藉由NGN交換的控制，及無線通道向3G用戶提供寬頻數據服務，同時也可以藉由VOIP（Voice over Internet Protocol）的方式提供語音服務。隨著IPTV（Internet Protocol TV）和數位電視的技術逐漸成熟，各類電信服務相互融合滲透已成趨勢，電視、網際網路和電信服務的融合將為整個產業發展帶來新契機。

四、NGN面臨的挑戰與契機

基於頻寬的大量需求，IP終端設備若使用光纖做為傳輸設備，並無法像傳統電話網路可從局端供電，造成停電時緊急電話無法使用之窘境，而安全認證無規範、設備配置複雜等問題，通話處於無法有效監控網際網路的加密資訊、不能準確定位漫遊用戶的物理地址。犯罪集團利用電信網路進行的詐騙、駭客對網路用戶的攻擊、對個資的竊取，對不斷出現的NGN新服務，迫切需要制定相關的安全監控、服務許可、互聯互通及資費策略等相關政策。

NGN網路將進行漸進式演變，相應的NGN服務發展會慢慢滲透，需一段市場培育期。固網NGN服務需與3G新服務、網際網路服務在彼此借鑒、相互促進中共同發展。建設下一代的電信網路只是過程，提供下一代的電信服務才是目的。☞

以上文章內容係節錄自下列文章，著作權及智慧財產權為原著作者所有。

1. <http://www.autooo.net/utf8-classid123-id55667.html>
2. <http://www.bardao.com/forum.php?mod=viewthread&tid=1660&aid=91504>
3. <http://computer-repair.hsinchu-web.info/doc/computer-repair/security/2010-04-22/8087.html>

（作者為台灣固網主任工程師）

以科技趨動便利，讓應用凌駕全球 光纖到家終極推手-GPON網路大躍進

■ 馮國璋

一、前言

高速寬頻網路已不再是企業用戶之專屬網路，隨著數位娛樂家庭、雲端大量資料存取、作為行動數據網路分流路徑（offload）以及遠距監控及教學等高畫質HD（High Definition, HD）頻道瀏覽應用內容所充斥，使得傳統低速率及時常造成傳送延遲的網路品質已經無法滿足普羅大眾需求；是想，有誰能忍受在觀看YouTube時，影片不斷造成中斷？或在進行線上遊戲關卡當中突然出現停格！市場所趨即是說明了包含臺灣在內的全球主要電信、Cable及光纖城市業者積極投入GPON（Gigabit-capable Passive Optical Network, GPON）建置的主要原因；而光纖到家的加速建設即成為滿足客戶需求、獲取市場、提升營收的重要課題。本文將分別從寬頻市場趨勢與挑戰、GPON技術及其應用趨勢作說明，以讓讀者對於光纖到家網路有一全貌概念。

二、寬頻市場趨勢與挑戰

隨著數位頻道、HD影音服務、物聯網及雲端服務的應用入戶，用戶寬頻網路的使用行為模式也隨著改變。以往以下行為主的頻寬使用量隨著即時高畫質影音服務的互動應用、雲端存取等多媒體應用，而朝向上下行頻寬對稱式的頻寬需求網路要求。如圖1所示，在此類網路服務趨勢應用之下，傳統xDSL（x Digital Subscriber Loop, xDSL）及CMTS（Cable Model Termination System, CMTS）網路將受到極大的挑戰！不論是傳輸距離、流量QoS（Quality of Service, QoS）品質，以及上行頻寬提升能力等皆有著不少限制；也因此讓提供服務的業者不得不思索朝GPON的方向來發展。

同時，全球電信業者，如Verizon、NTT、DT及CHT等皆以100Mbps頻寬作為短、中期的寬頻業務推廣目

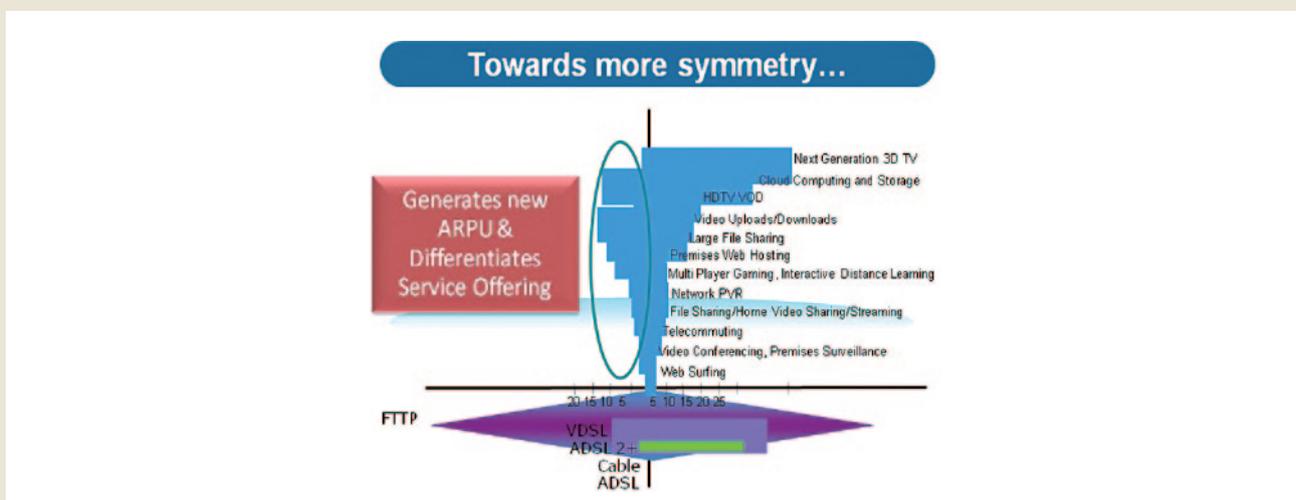


圖1 寬頻網路頻寬需求朝對稱式發展
資料來源：Alcatel-Lucent，2011

標，並試圖提供用戶多元化及套裝的應用服務。如圖2所示，一戶多機、高畫質的隨選視訊，以及跨平臺共享服務（一雲多螢）等正是居家用戶高速使用頻寬的基本應用服務需求。而不論是真實需求亦或是策略上之效益，美國Chattanooga城市以及Google已分別在2010及2012年提供1Gbps到戶的網路方案，如圖3所示，在這樣子的環境之下，所提供的已不再僅有單一用戶對於數位家庭、雲端娛樂的應用，許多公共部門的資訊如：智慧電網（Advance Metering Infrastructure, AMI）、教育學術網路、政府部門資訊、便民及保健醫療聯絡網路等皆加諸在此一基礎光纖接取平臺上；當然，其效用也是全民、政府、電信營運及應用平臺業者共享。

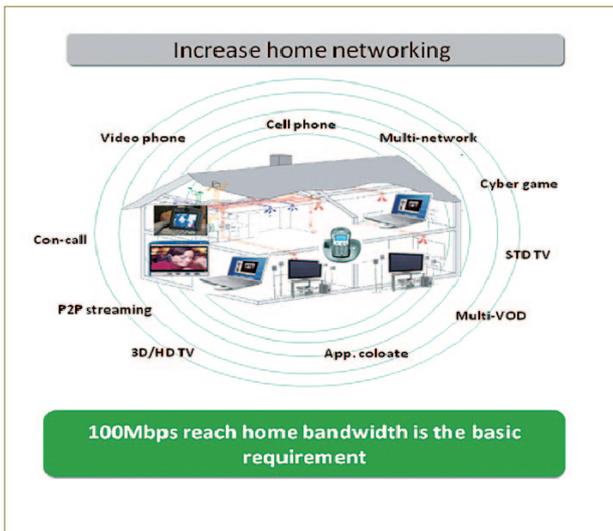


圖2 入戶寬頻網路主要應用模式
資料來源：Alcatel-Lucent，2011

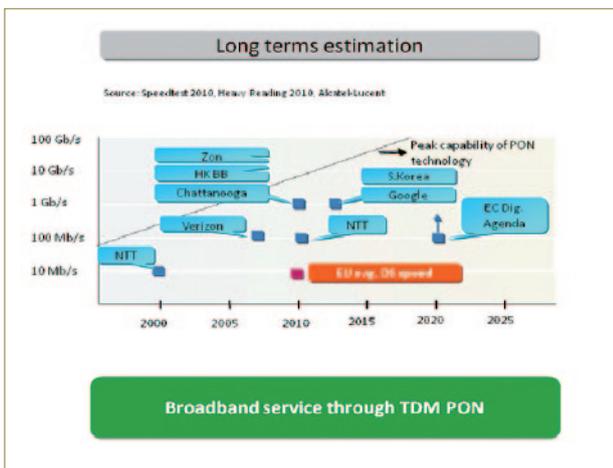


圖3 入戶寬頻網路主要應用模式
資料來源：Heavy Reading及Alcatel-Lucent，2010

然而，雖然不少寬頻提供者打著光纖上網旗幟，賣著光纖上網服務，但其實使用真正光纖入戶的xPON（x Passive Optical Network, xPON）網路仍然有限，若是嚴格地分類，我們可以說只要不是使用光纖設備直接牽引至家中者（不論到家、到桌、或到使用者），皆不算是「光纖到家」網路！例如：ADSL、VDSL、CMTS、DOCSIS（Data Over Cable Service Interface Specifications, DOCSIS），或EoC（Ethernet over Coax, EoC）等等技術。因為，其寬頻服務的品質及具備提升速率的能力仍有著系統架構上的限制；但是，為了符合市場即時對高速頻寬的需求、業者競爭環境及融合行動與固網業務等策略趨勢，使用此類技術或混合型式之架構以提供寬頻佈建的方式即孕育而生，例如：xPON EoC、GPON+VDSL之FTTdp（Fiber To The distribution point, FTTdp），混合CMTS/DOCSIS及xPON網路等。而在歐美地區的主要電信業者則主打，以GPON光纖網路之寬頻建設為主要策略，同時輔以銅線VDSL，特別是vectoring技術的導入，可以有效地透過消除遠端銅線crosstalk干擾而大大提升供裝距離及頻寬速率；滿足快速供裝、對抗競爭環境，以及有效處理戶外交接箱及最後一哩資產unbundle法規面之議題。同時，令人意外的是，依全球用戶頻寬使用率作推算，到了2014，如圖4的下行將主要以1Gbps為訴求，到了2020年的下行則將會提升到10Gbps，一般認為，如此大之頻寬將結合4G行動、HD影音雲端多媒體及固網綜合等服務需求。也因此，諸多電信業者開始評估GPON次世代的網路及其演進方案，以符合市場需求及投資效益等規畫。

三、GPON技術趨勢

ITU-T（國際電信標準組織）標準基礎的GPON技術演進是由APON（ATM-PON）、BPON（Broadband-PON），後隨著網路頻寬需求、技術提升，以及與IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）標準基礎的EPON競爭而來，如圖5所示，以下將分別由技術標準、技術演進作說明：

（一）、技術標準以ITU-T G.984為主，分別為

1.G.984.1定義標準：屬於綜合性說明，包含網路節點、網路型態、使用者及服務介面等定義，分別定義

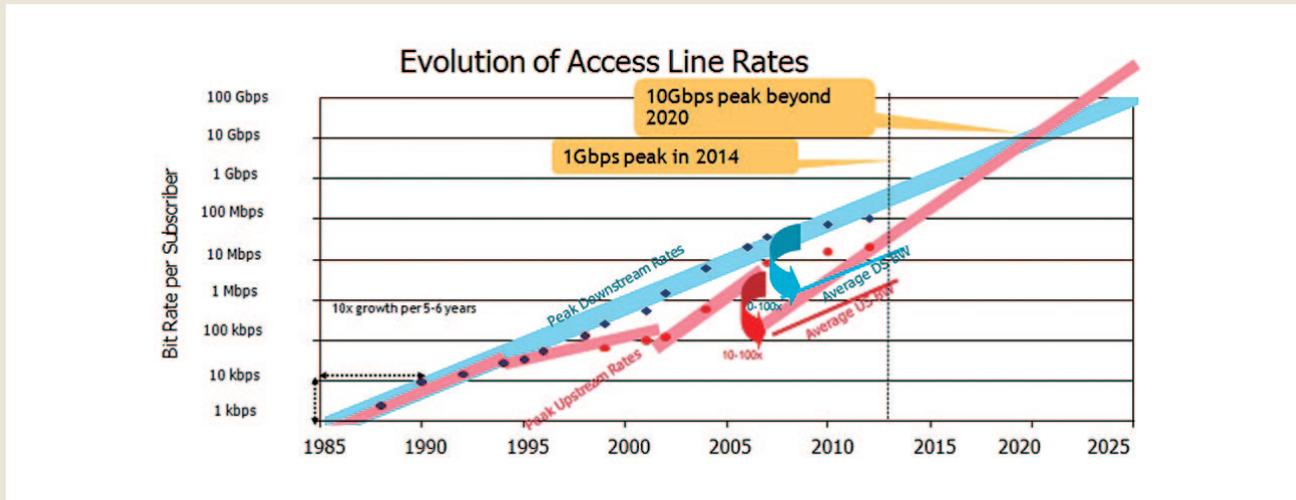


圖4 用戶寬頻上行及下載使用速率
資料來源：Alcatel-Lucent Bell Labs，2012

光纖到家 (FTTH)、光纖到大樓／街 (FTTB/C)、光纖到交換箱 (FTTCab)、ONT (Optical Network Terminal, ONT)、NT (Network Terminal)、OLT (Optical Light Terminal)、UNI (User Network Interface)、SNI (Service Network Interface) 及接取與家庭網路的範圍，故此項目是針對PON網路的基本介紹及相關界面的定義，以利不同業者提出自行的方案。

2.G.984.2定義標準：主要針對實體媒體相依層 (Physical Media Dependent) 作說明，包含上行及下載傳輸速率、抖動傳遞及光電模組在功率、損失、分歧比例等規範說明，以作為不同上游提供廠商如主動光電模組、被動分歧器及相關系統業者有所遵循。

3.G.984.3定義標準：主要說明傳輸匯集通道 (Generic Transmission Convergence, GTC) 的定義，配置一般用戶端的流量整體總訊務封裝模式 (Generic Encapsulation Method, GEM) 或網路管理資訊 (ONT Management Control Interface, OMCI) 經由GTC層的調適、轉換，由TC (Transmission Convergence) 調適子層傳送到GTC訊框對應子層，再傳送到GPON實體媒體相依層。藉以了解OLT與ONT間在傳送上行及下載流量前是否正常完成ONT啟動的O1~O5操作程序 (Operation Stage1~5)、控制與管理 (C/M Plane) 及使用者 (U Plane) 平臺的架構，以及相關的維運管理機制；如寬頻取得、動態寬頻調整 (Dynamic

Bandwidth Adjustment) 及切換功能等；同時再驗證能否正常傳遞相關流量，以及驗證流量的品質且特別針對以太網路、VLAN、OMCI及Triple Play服務流量。

4.G.984.4定義標準：主要針對OMCI作相關的定義說明，這是維運管理服務提供一項發現ONT能力及資源的標準方式，以利進而對ONT作管理及控制，此協定的執行即在OLT及ONT之間透過ONT管理與控制通道OMCC (ONT Management & Control Channel) 中進行。其中OMCI是非對稱地作資訊傳遞，OLT作為主要控制角色，而ONT則為跟從需求以回覆相關資料。一般單一OLT可以使用多個OMCI以控制多個ONT，以有效發揮集中式元件網路管理的效益，例如：建立及移除與ONT的連線、管理ONT的使用者介面、要求組成資訊及流量表現統計，以及對於事件與告警自動向系統營運業者通報之提供能力等。

(二)、技術演進

1.GPON網路架構

在GPON當中主要的網路構成項目如圖6所示，包含局端的OLT，用戶端的ONU，以及介於其中間的ODN (Optical Distribution Network, ODN)。其中ODN即是由主幹光纖、支路光纖、用戶光纖，以及分歧盤等組合而成，說明如下：

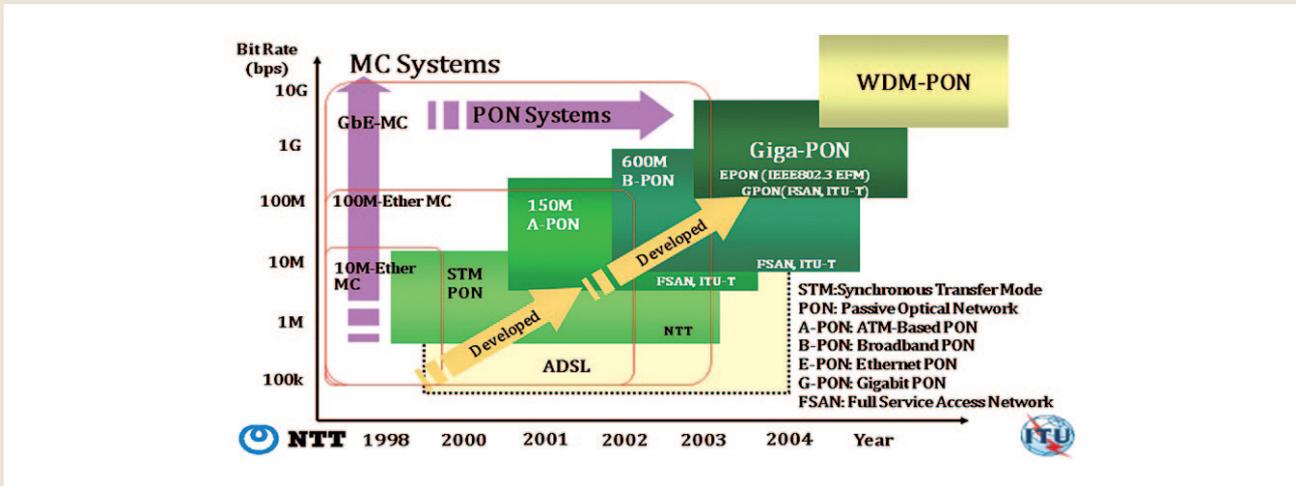


圖5 ITU-T PON技術演進率
資料來源：NTT，2005

(1) 局端 (Center Office, CO) 或頭端 (HeadEnd, HE) 機房設備

主要由光路終端 (OLT) 設備負責將Triple Play流量有效率地在系統與用戶端兩者之間作傳遞，多數的流量控制、QoS及網路管理也皆由此設備負責，具備大用戶數、多媒體訊務處理、路由管理等能力，此設備大多由國際系統業者提供。

(2) 用戶端設備

依不同使用需求將配置不同尺寸或功能之光網路元件 (ONU) 亦稱為ONT。主要放置在用戶端的大樓機房或家中，直接連接客戶之伺服器、電腦、VoIP話機等CPE，此設備主要為國內網通廠業者所研發或ODM或OEM。

(3) 介於OLT及ONU之間的光纖網路

稱為光信號分配網路 (ODN)，主要由骨幹光纖、支路光纖及用戶端光纖與分岐器所組成，對於不同分岐比例的配置下將有著不同程度的光信號衰減，故在規劃不同距離的光纖到家網路時必須謹慎考量最大的光衰減量，以設計不同光輸出功率OLT及ONU設備之連線。

2.次世代GPON網路

當全球GPON大量導入後，次世代GPON旋即而生，主導的標準為ITU-T G.987及G.ngpon2，如圖7所示，主要分為兩大類：

(1) NG-PON1：以非對稱流量XGPON1（下行10Gbps，上行2.5Gbps）及對稱流量XGPON2（下行10Gbps，上行10Gbps）兩種，其實施的主要優點是對於電信業者已投入的OSP（Out Site Plan）ODN建設無需變更，可以延續使用，這對於擴大涵蓋範圍及提升高速可供裝效率有著很大的助益。

(2) NG-PON2：具備著各種技術團體所支持的方案，其中主要包含：TWDM-PON（Time Wavelength Division Multiplexing-PON, TWDM-PON）、OFDM-PON（Orthogono Frequency Division Multiplexing-PON, OFDM-PON）、DWDM-PON（Dense Wavelength Division Multiplexing-PON, DWDM-PON）、CDM-PON（Code Division Multiplexing-PON, CDM-PON）及XLG-PON（40G downstream/10G upstream TDM PON, XLG-PON）等。目前已確認優先實施的方案為TWDM-PON，因為使用其網路架構時具備如NG-PON1無需更變OSP的好處，同時，讓電信業者可以依市場需求透過混合共存方案讓GPON、10GPON及CWDM-PON提供不同要求之用戶服務，重點在於依需求再供裝即可；並提供較經濟之可調光源以降低投入成本，以及未來在4G MBH（Mobile Backhaul）可提供IEEE 1588v2 BC（Boundry

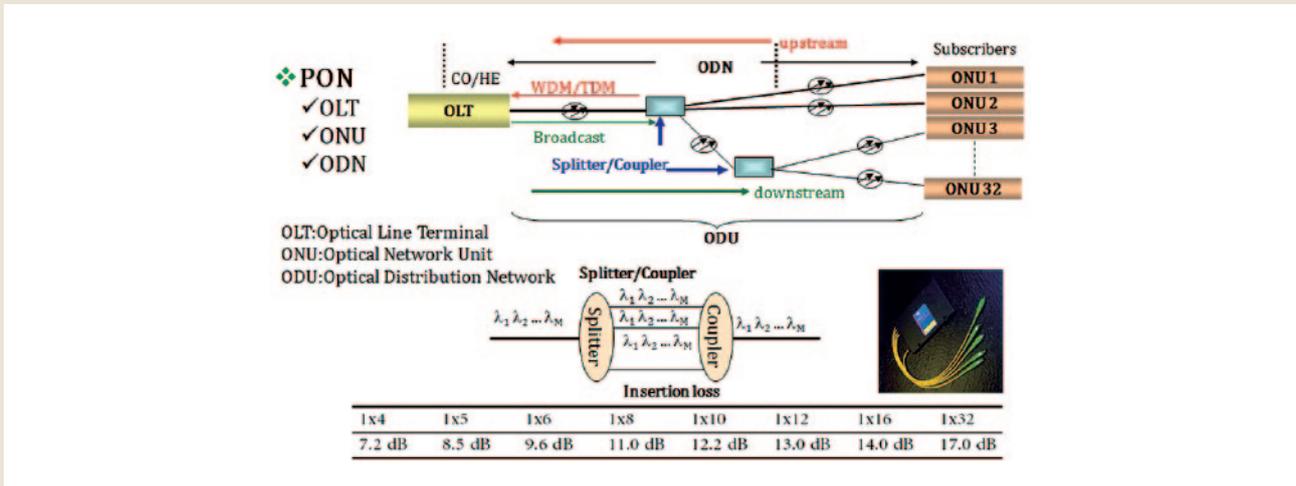


圖6 GPON基本構成架構
 資料來源：Alcatel-Lucent

Clock) 及TC (Termination Clock) 之精準頻率與
 向位時間等皆是其受到青睞的原因。

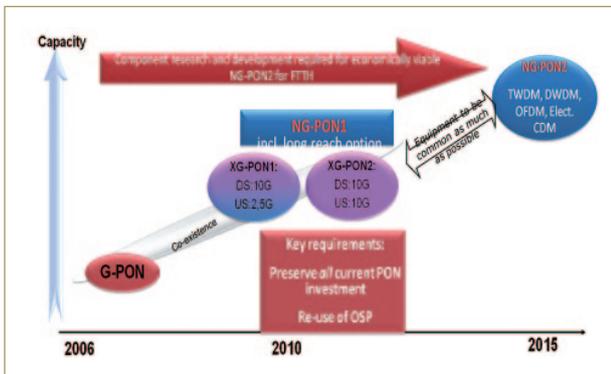


圖7 次世代GPON
 資料來源：Alcatel-Lucent Bell Labs, 2011

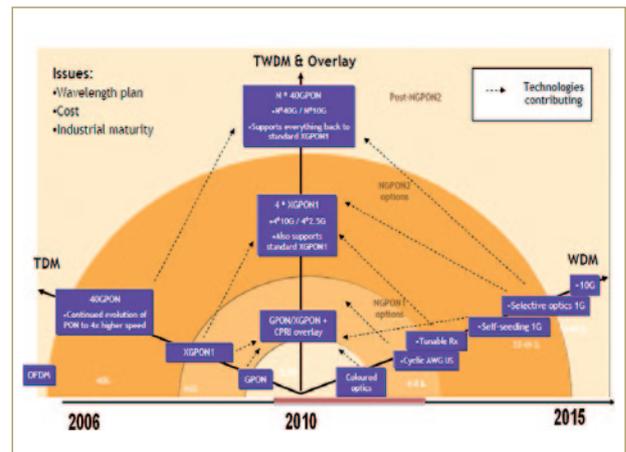


圖8 次世代GPON
 資料來源：Alcatel-Lucent, 2012

而結合TDM及WDM在各種技術的優勢，即形成今日的TWDM-PON，如圖8所示，系統可提供4-8個波長的下載，以及至少4個波長之上行、ONU具備可調式上行雷射與可調之接收器、RF訊務載送在波長1550nm，同時並不會受到NG-PON2影響，以及CPRI (Common Public Radio Interface) MBH支援等。其中完整地波長配置 (含GPON - 1310nm/1490nm、XGPON - 1270nm/1575nm、NG-PON2-1530nm至1540nm/1600nm至1620nm等上行/下載標準波長規畫)、經濟成本，以及產業鏈的成熟皆是加速此一技術上線的關鍵。

四、GPON應用趨勢

依照FTTx的分類，我們藉由光纖可以投落的位置來定義各種技術架構及應用服務範疇，說明如下。

(一)、服務架構：

依圖9所示，我們可以概分為FTTC、FTTB、FTTN、FTTH、FTTP等。

1. FTTC為目前最主要的服務模式，主要是為住宅區的用戶作服務，將ONU設備放置於路邊機箱，利用ONU出來的同軸電纜傳送有線電視 (CATV) 訊號或雙絞線傳送電話及上網服務。

2. FTTB依服務的對象不同分為兩種，一種是公寓大廈的用戶服務，另一種是商業大樓的公司行號服務，兩種皆將ONU設置在大樓的地下室配線箱處，只是公寓大廈的ONU是FTTC的延伸，而商業大樓是為了中大型企業單位，必須提高傳輸速率，以提供企業高速的數據、電子商務、視訊會議等寬頻服務需求。
3. FTTN為透過周邊大樓所提供的光纖設備終端再行延伸至其triple play訊務至可涵蓋的大樓。
4. FTTH將光纖的距離延伸到終端用戶家裡，使得家庭內能提供各種不同的寬頻服務，如隨選視訊（Video On Demand）、雲端海量資料處理，及居家視訊教學等。
5. FTTP與FTTH之架構類似，其光纖皆是可以入戶的方案，唯在FTTP當中會考量用戶端會使用何種設備來介接，因此多半會整合家庭網路，如：G.hn、Femto等作結合運用。

其它亦有FTTCab及FTTdp等如下說明：

6. FTTCab服務模式針對較為分散的企業、公司、學校、醫院、政府部門和小型偏遠地區的居民。
7. FTTdp如圖10，主要為解決光纖入戶不易的問題，透過GPON + VDSL，未來VDSL部份可以支援向量（vectoring）以對抗多對銅線串音（crosstalk）干擾或是G.Fast達到100米800Mbps能力（奧地利電信於今年7月實測在70米達到1.1Gbps，來源：Alcatel-Lucent, 2013），同時，支援POE（Power Of Ethernet, POE）以用戶CPE（Customer Premise Equipment, CPE）如電腦連線後，透過網路線即可供電予系統相關設備，如此一來，即可以解決光纖不入戶且無需找尋市電供應，以快速滿足高速用戶供裝服務之需求。

（二）、應用範疇

在GPON、XGPON、NG-PON2共存混合的架構之下，將可以有效地依用戶屬性如：一般用戶、企業等作差異化的服務提供。圖11為其中之示意圖，包含：

- 1.4G MBH：GPON等系統除了具備QoS能力之外，同時可以提供各種同步訊號之需求，如BITS（Build-

ing Integrated Timing Supply），IEEE 1588v2（BC, TC），Synchronous Ethernet等，並支援ToD（Time of Day）以增加其時脈精確度。部份網路也會透過RoF（Radio Frequency Over Fiber）來作為MFH（Mobile Fronthaul）以提供完整之行動網路延伸電路。

2. 居家高速網路：自動控制家電、居家監控及具備節能分析之智慧家庭網路已是triple play之外套裝提供用戶的主要服務選項。而結合不同室內網路以提供跨平臺同應用及不同空間之應用服務延伸則是另一項開發之主軸，例如：GPON ONT結合PLC（Power Line Communications）、G.hn、Femto、EoC或PoF（Plastic Of Fiber）等。
3. 智能電網：AMI backhaul在許多光纖城市即是使用GPON來作為傳遞的平臺，如美國Chattanooga城市等，除了提供數位電錶之讀錶內容之外，更藉此機會節能與雲端應用服務，一般可提供ONT與集中器整合型或分離式，以便營運業者維護之不同需求。

五、結語

寬頻網路已是各國政府施政的重要政策之一，更因為是基礎建設而代表著一國在經濟及科技能力提升的表現。近年來在FTTH Council報告當中，我國在寬頻滲透率之表現約10%，全球排名第四，僅次於南韓40%、香港30%、日本25%。在GPON大量導入市場之時，我們期待有更多的應用能同步全球。同時，在終極光纖到家目標之下，如何透過各種網路及可入戶之有效線路來加速寬頻之提升及達到可供裝率之加速，亦需相關業者共同努力來滿足市場客戶需求；因此，我們預期GPON及其次世代網路的應用將是獲取市場及提升營收之關鍵項目。☞☞☞

（作者為台灣國際標準電子Alcatel-Lucent股份有限公司有線產品技術經理）

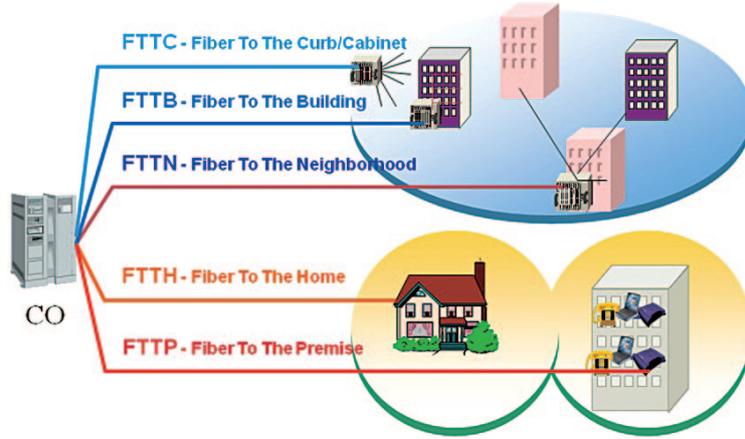


圖9 FTTx說明
資料來源：Alcatel-Lucent

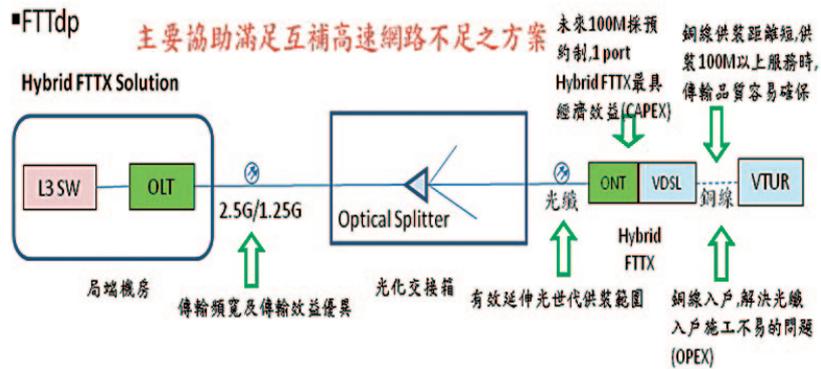


圖10 FTTdp
資料來源：Alcatel-Lucent

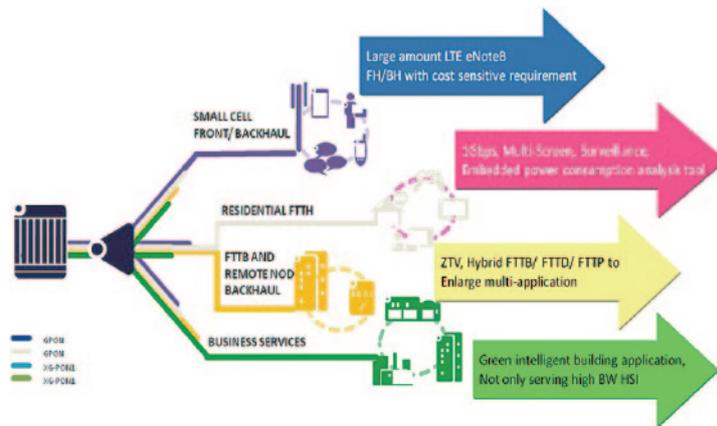


圖11 綜合應用提供範疇
資料來源：Alcatel-Lucent

以骨幹為中心、以品質為宗旨 淺談CWDM 與 DWDM之應用與發展

■曾乙正

隨著3G smart phone 的普及化及即將上場的4G LTE (Long Term Evaluation) 通信網路頻寬需求，消費者已經實質感受到寬頻上網的便利性與實用性。對於以客戶滿意度為圭臬的各大電信業者（包含固定網路，行動網路與有線電視業者）而言，無不絞盡腦汁設法將自己的通信網路頻寬與最後一哩的到線比例（on-net Ratio）快速提昇，以滿足消費者隨時隨地的上網需求。電信業者都相信唯有光纖到位，不論採用的是光纖到大樓（Fiber-to-The-Building, FTTB），光纖到路邊（Fiber-to-The-Curb, FTTC）或光纖到戶（Fiber-to-The-Home, FTTH）技術，提供足夠的頻寬，才能給終端消費者滿意的上網服務。

但是電信業者要佈放光纖，談何容易，首先必須於道路上挖埋管線，但限於管線需求單位眾多（包含電信業，CATV（Community Access Television），台電、瓦斯、自來水管線...），各縣市政府也不得不對於各類“申挖”加以管理限制並詳加規範路平專案以保障路人的安全。因此光纖佈放不僅在鋪設之申請手續複雜冗長而且成本非常昂貴（每公里光纖管道加道路補償費約需花費數百萬元），造成設備供裝時程之不確定性。間接使得各大電信營運商不得不思考，如何擴大已佈放光纖芯線的使用率，這就是WDM（Wavelength-Division Multiplexing, WDM）這門技術與設備應用之原始需求與發想。

了解WDM之需求產生，接下來討論：什麼是WDM？又為何有CWDM（Coarse Wavelength-Division Multiplexing, CWDM）與DWDM（Dense Wavelength

Division Multiplexing, DWDM）之分別？有何技術差異？應用又各有何不同？以下逐一說明：

1. 什麼是WDM

根據維基百科對於WDM（Wavelength Division Multiplexing, WDM）之定義如下：波長分波多工是利用多個雷射器在單條光纖上同時發送多束不同波長雷射的技術。每個訊號經過數據（包括文本、語音、視訊等）調變後都在它獨有的色帶（波長）內傳輸。

簡單的說：就是為了提高光纖芯數使用率，原本用一對光纖（2芯），使用一組雷射波長傳送一組頻寬（假設為頻寬為1G【1000 Mb/s】），經過WDM的分波多工技術之後，可以把更多的頻寬（承上假設，可能是8組1G頻寬）集中在原本這2芯光纖之中做傳送，如此就可以得到比原先高8倍的頻寬。因此可以說，此一殺手級應用WDM技術的出現，使電信業者找到一種可快速提升傳輸頻寬的解方，並可提高光纖芯數使用效率。

2. 什麼是DWDM

根據維基百科對於DWDM之定義如下：DWDM（Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM）系統，也叫密集波長分波多工系統。DWDM可以支持超過80束不同波長的光波同時傳輸，每束光波超過10Gb/s（最高可達到100Gb/s，目前已量產，但很貴）的數據傳輸速率，這種系統能在一條比頭髮絲還細的光纖上，提供超過1Tb/s（1000Gb/S）的數據傳輸速率。以一般通信的說法，就是經過光電元件的革命性突破，已經可以將40波、80波（甚或更高）的不

同波長 (Lambda, λ, 光傳輸通道), 壓縮在2芯光纖之中。每一個λ的頻寬也可以提昇到1G、10G甚至到100Gb/s。

原本2芯光纖可以傳送10G (10000 Mb/s) 頻寬, 經過DWDM的技術, 就可以將頻寬提升80倍, 到達800G頻寬。對於電信業者而言, 所節省光纖鋪設的費用與對客戶終端頻寬供裝時間的縮短, 都有非常大的幫助。

再以較為專業的角度描述DWDM之技術規格:

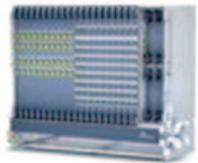
- (1) 使用光纖: 必須符合ITU G.652或G.655等級之光纖。
- (2) 波長區段: ITU G.694.2規範, 在1530-1570nm (C+L區段內)。
- (3) 傳送距離: 依據不同的光電元件, 可以到達40km、60km、100km、120km或加上Regenerator (光放大器), 可達500km甚或2000km。
- (4) 2芯光纖之中可以匯集的波長: 40λ、80λ、160λ、..。
- (5) 波長之間距: 0.4nm~0.8nm, 分佈在1530-1570 nm 區段內。
- (6) 成本: 光元件與雷射光源之冷卻技術有關 (很貴)。
- (7) 傳送話務: ITU G.703定義之SDH 介面: (STM-16/64, 10Gb/s) 及乙太網路GE介面 (1G/10G及100Gb/s) 為主。

目前國內市場常見的設備供應商與型號如右表1

3.介紹完DWDM, 再來了解何謂CWDM

基本定義: 低密度波長分波多工系統 (Coarse Wavelength-Division Multiplexing, CWDM) 意指相較於DWDM, 光頻譜通道之間的波長間隔較大而且不需特別冷卻, 體積小, 功率耗損低, 成本也較低的一種低密度分波多工系統。所以CWDM技術的出現, 使運營商又找到一種較低價格、高性能的傳輸解決方案。

表1 國內市場常見的DWDM設備供應商與型號

廠商	參考型號	體積 (cm)	外觀
Alcatel Lucer	1626 LM	60*30*50 (W*D*H)	
Ericsson	MHL 3000	60*30*50 (W*D*H)	
NSN (Coriant)	hi T 7300	60*30*50 (W*D*H)	

同樣以較為淺顯的說法說明如下

大多數光通訊網路的應用上, 並不需要用到那麼多的λ (光色帶波長) 與那麼遠的傳送距離。特別像是應用最廣的都會網路, 接取網路或校園/廠區網路, 也都有大頻寬的需求, 但不需要像電信業者的“超高品質骨幹網”要求水準, 所以低成本, 體積小, 高穩定性, 低電力消耗反而成為市場對於大部份WDM設備的期望, 於是CWDM這類原本被追求最高頻寬技術最遠傳送距離的研發工程師不屑的CWDM產品就應運而生, 反而有了鹹魚翻身的機會, 成了接取網路節省光纖芯線的主流設備! 而與運用在長途傳輸骨幹網路之DWDM有所區隔。

基於市場機制與供需準則的強力要求下, CWDM的技術提升與客戶需求穩定快速成長之後, 原本被忽略的CWDM國際標準規格 (包含互連介面、網管、O&M等需求規格, ...) 隨設備大廠的投入, 也都陸續建立逐漸完整。

CWDM之技術性描述

- (1) 使用光纖: 使用ITU G..652光纖 (只能8波) 或用 G..652 (可提供16波)。
- (2) 波長區段: 依據ITU G.694.2規範, 在1460nm-1620 nm (S+C+L區段)。
- (3) 傳送距離: 可達10km、40km; 絕大部份之應用不超過60km, 傳送距離明顯較短; (但也有較少數之應用可達100km以上)。
- (4) 2芯光纖之中可以匯集的波長: 4λ , 8λ 最大不超過 16λ (相較於DWDM, 頻寬擴充將會受到限制)。
- (5) 波長之間距: 20nm (明顯較寬), 分佈在1460-1620 nm 區段內。
- (6) 試舉以1547.72 nm~1553.33nm一小段DWDM 與 CWDM波長區段比較為例, 即可明顯了解為何 CWDM 稱為“低密度”波長分波多工系統 (也有部份文章稱CWDM為“粗波分複用”技術), 詳如下圖1:
- (7) 成本: 雷射光源可自然冷卻; (相對DWDM, 便宜60%以上)。
- (8) 傳送話務: ITU G.703 定義之SDH 介面 (STM-

1/4/16) 及乙太網路FE (10/100/1000Mb/s), GE (1G/10Gb/s) 介面為主及少數Fiber channel 介面。

目前國內市場常見的設備供應商與型號如下表2:

表2 國內市場常見的CWDM設備供應商與型號			
廠商	參考型號	體積 (cm)	外觀
Alcatel Lucer	1830 PSS4	60*30*15 (W*D*H)	
MRV	LD 800P	60*30*20 (W*D*H)	
NSN (Coriant)	hi T 7300	60*30*15 (W*D*H)	
Transmode	TM301	60*30*15 (W*D*H)	

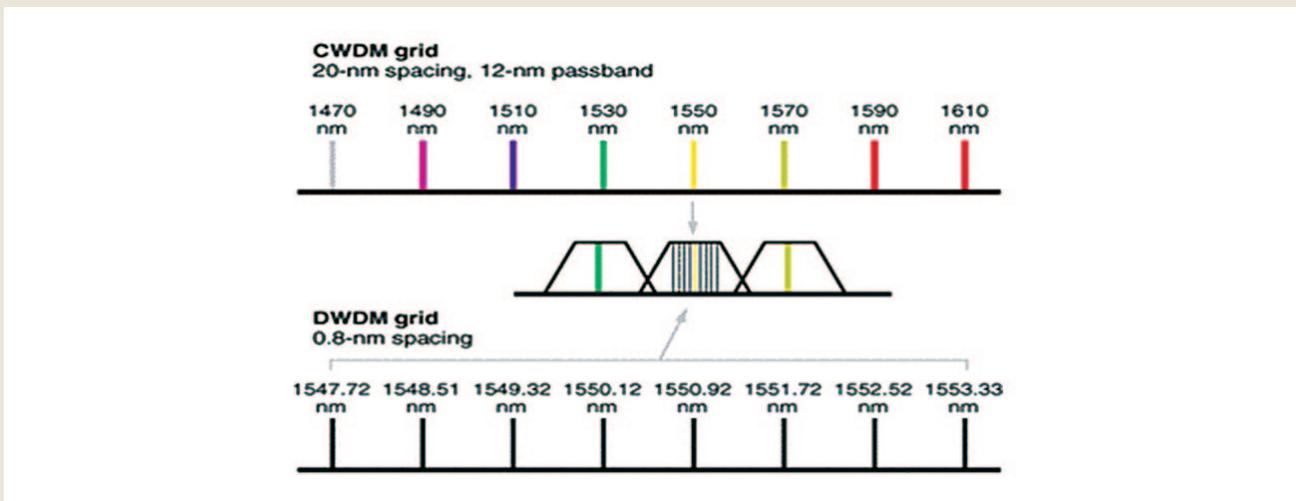


圖1 CWDM 與 DWDM 之光頻譜分佈

4.CWDM與DWDM 特性差異如下表3：

表3 CWDM與DWDM 差異表		
	CWDM	DWDM
波長區段 (nm)	1460-1620	1530-1570
波長數	8-16	40-80
各波頻寬	622M, 1G, 2.5G, 10G	10G-100G
各波長間距 (nm)	20nm	0.8nm
匯集頻寬 (Gb/S)	可達80G	可超過800G
傳輸距離 (KM)	大多 < 60km	可以 > 200km
成本 (\$/波長頻寬)	低 (35-50%)	很高 (100%)

5.CWDM與DWDM的網路組成差別是在網路規模，而非網路基本拓樸架構。也就是說，網路組成架構類似，但傳輸距離與頻寬匯集規模差異很大。

DWDM以電信營運的“骨幹網”需求為主要訴求：

網路組成方式如下：

- (1) 線型架構 (TM((Terminal Mux)) - TM((Terminal Mux))：用於高頻寬((即有大量話務))需求的大城市之間)。
- (2) 線型架構可用於單跨距鏈路，其特徵為有一前置放大和後置放大的單一跨距鏈路。跨距鏈路的另一特徵為利用兩個終端節點。終端節點 (TM-Terminal Mux) 通常都配有合併分波多工模組 (Multiplexe,

MUX) 和分解分波多工模組 (De-Multiplexer, DEMUX)。例如以下運用架構：

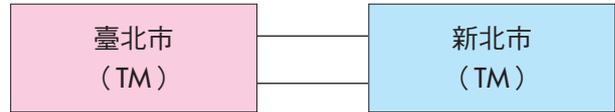


圖2 線型架構

- (3) 鏈型架構 (TM-OADM-TM適用於中途站有大頻寬需求的主要機房會在中途配置光塞取多工設備 (Optical Add/Drop Multiplexer, OADM)

鏈型架構可用於跨長距離鏈路，其特徵為有一前置放大和後置放大的單一跨距鏈路，還有至少一組中途上下車之話務站臺。長跨距鏈路的另一特徵為兩個終端節點之間若距離過遠則需設計光放大器 (Line Repeater)。中途配置之光塞取多工設備 (OADM) 與終端節點 (Line Terminal) 通常都配有合併分波多工模組 (MUX) 和一組分解分波多工模組 (DEMUX)。例如以下運用架構：



圖3 鏈型架構

- (4) 環型保護架構 (OADM-OADM-OADM-OADM：適用於各中途站之間之話務量平均且有大頻寬需求的主要機房)

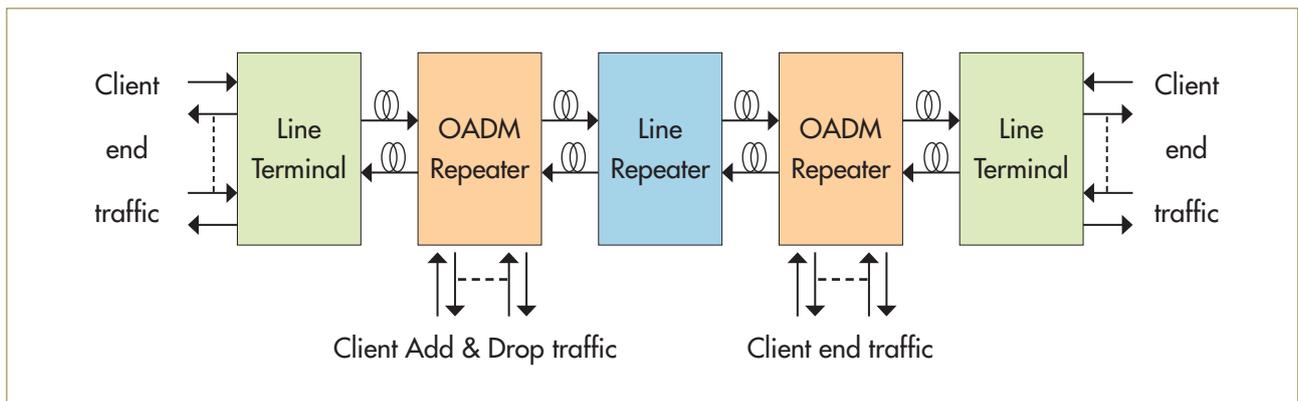


圖4 鏈型架構應用

經由環型自動保護機制，當DWDM網路設備或光纖線路出現故障時，保護切換時間可小於50ms，應用上即使是高要求標準的企業客戶也可以接受。

而且DWDM光網路設備都能夠以內建方式提供一條工作通道，專門提供維運人員即時告警的服務，可以在斷訊之前就做好預防性維護的處理，減低影響客戶服務的時間，這對提供高品質服務的客戶是非常重要的功能。例如以下運用架構：

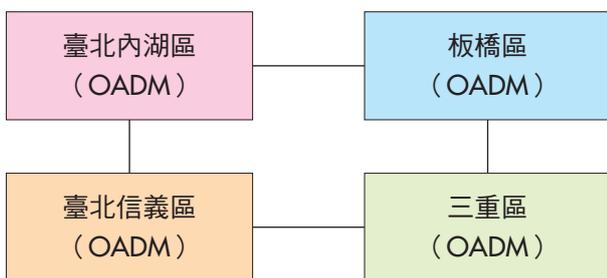


圖5 環型保護架構

(5) 搭配SDH (Synchronous Digital Hierarchy, SDH) 與Ethernet網路之線型架構應用 (將SDH與Ethernet話務分別放在不同的波長中傳送，可以提高光纖芯數使用率)。例如以下運用架構

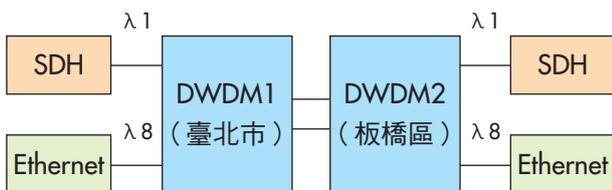


圖6 混合SDH/Ethernet與CWDM/DWDM之架構

CWDM之網路組網方式與DWDM有相同的網路拓撲 (線型架構，鏈型跨長距離鏈路架構，環型保護架構，與搭配SDH與Ethernet網路應用)，但相對的傳輸距離較近，而且提供較為多樣化的特殊介面應用，因應終端客戶不同需求，如SDH介面，STM-1/4/16；FE (10/100/100Mb/s) /GE (1G/10G) 介面，或因應IBM儲存裝置常用的Fiber Channel，FC:1G/4G/ 8G，ESCON 與 FICON等介面。

相對於DWDM電信級的超高品質與高成本要求，CWDM 技術也可解決了光纖短缺和多業務通透傳輸的

問題，低成本就是它的最大優勢，主要應用在都會網或接取網，對於競爭區域的電信營運者有更大的吸引力，可以在短時間建立網路並開展業務。目前CWDM在國內市場上已開始大量應用，穩定性和性能也還不錯，未來發展值得密切注意。

結語

綜觀國內各電信營運商為了爭取客戶滿意度，以提高盈收的同時，也必須小心控制成本，及確保網路品質穩定。除了一方面積極佈建超高頻寬的骨幹網路之外，也不忘繼續推展全光網路的策略性目標。因此採用可以快速提升光纖使用率的WDM建設，實在是一石二鳥的殺手級解決方案。

CWDM將會廣泛運用在重度頻寬使用者的電信機房，如IDC客戶機房，3G/4G基地臺，金融業主節點與遊戲網咖...等熱點。不過各電信業者應該會更注意的是，應用CWDM時產生的維運細節，如多波長模組維運備料與複雜的波長規劃，與更強化的網管功能與標準化介面等等。

電信業者除了繼續擴充DWDM頻寬之外，也將會朝向多方向之全光網路架構優化。目前已有部份電信業者提供類全光網的網路，相信4G (LTE) 基站陸續開臺之後，最後一哩的頻寬軍備競賽將會更加熱烈。

值得一提的是，下一代高速光網路產品中除了以上介紹的CWDM 與 DWDM之外，已經有電信業者採用“可重新組態光塞取多工系統”(Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer, ROADM) 做為未來全光網路的佈局。相信在很快的未來，ROADM將可提供多方向光纖保護切換機制的強大功能及更高品質且穩定的網路服務；因此WDM技術之應用將大量運用於電信業者的全光網骨幹網路之中，且讓大家拭目以待。☺

(作者為遠傳電信股份有限公司技術經理)

技術日新月異，唯有掌握趨勢才能無限延伸未來 固定寬頻接取網路國際標準發展近況

■ 張文謙、塗晟達、郭斐華、賴國祥

一、前言

新一代電信產業發展，不僅強調網路、平臺介面標準化，更強調跨業整合與創意服務的實踐。固網服務是通信之根本，也是數據、行動服務之傳送基礎。前瞻性的固網建設需具備(1)可提供多重服務之分封化(IP)網路；(2)服務品質可控制、可管理網路；(3)可實現『服務』與『傳輸』獨立的網路；(4)開放式網路，用戶透過網路可接取不同服務提供者服務及(5)可實現行動與固定網路跨平臺整合的網路等五大特質，以上是新一代網路技術與建設追求的目標。接取網路需連接至客戶端，涵蓋線路、管道、設備等範圍，其建設的投資佔固網成本很高比例，透過IP化與光纖化是電信公司因應ICT數位匯流服務發展，致力於提升網路彈性，降低網路演進成本的關鍵。

隨著通訊網路分封化與光化NGN (Next Generation Network) 網路技術的發展，及用戶頻寬需求快速成長等多重效應影響下，數位用戶迴路網路技術 (Digital Subscriber Line, DSL)、被動式光纖到家網路技術 (Passive Optical Network, PON) 以及混合同軸光纖網路技術 (Hybrid Fibre-Coaxial, HFC) 是目前固網主要寬頻接取技術。光纖到家是繼DSL之後電信業者重要的網路建設指標，混合同軸光纖網路技術則是有線電視業者接取網路重要解決方案。隨著寬頻服務推展，寬頻接取網路技術須與客戶端網路相結合。因此客戶網路須能夠搭配光纖到家提供高頻寬、高效能End-to-End 網路管理機制、高品質QoS (Quality of Service) 管控機制、彈性化CPE (Customer Premise Equipment) 設備管理 (TR-069) 等機制，提供客戶多重服務及其他創新的數位家庭服務。

本文將說明各類型固定寬頻網路接取技術的演進，並探討最新之技術標準發展。

二、國際標準的發展

(一) DSL接取技術

自從國際電信聯盟-電信標準 (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector, ITU-T) 在2006年2月公佈了G.993.2 VDSL2技術規範，VDSL2技術已經取代ADSL相關技術成為各類型DSL接取技術之主流，並且因應服務頻寬與線路品質改善的需求，不斷地推陳出新、技術突破，制定了一系列相關標準：

1. Ethernet網綁 (Bonding) (G.998.2) 技術：

ITU-T早在2005年便已制定相關多對線網綁技術，包括G.998.1 ATM-based 多對線網綁技術標準和G.998.2 Ethernet-based多對線網綁技術標準。隨著近年來向量 (Vectoring) 技術的標準化應用和高速頻寬需求日益增加，VDSL2技術結合網綁技術提供高速頻寬應用逐漸受到電信業者與設備業者的重視，其中又以結合G.998.2 Ethernet-based 多對線網綁技術標準最為普遍。

2. G.vector (G.993.5) 技術：

在高速VDSL2實用化技術標準方面，為有效克服來自同一電纜其它VDSL2電路的串音干擾，實現VDSL2技術於真實環境中提供高速率長距離的應用，ITU-T 於2010年4月制訂G.993.5 VDSL2遠端自我串音消除向量技術，此標準主要規範了向量技術的主要特性和串音消除運作機制，用以消除VDSL2電路中的串音干擾影響，讓VDSL2電路得以提供幾乎近似於無串音干擾下的速率與性能。

3.G.inp (G.998.4) 強化突波干擾保護技術：

針對突波保護機制部分，ITU-T於2010年6月制訂了G.998.4標準，此標準不但可以提高VDSL2電路的突波保護能力，同時也改善傳統VDSL2技術在高突波保護要求下的傳輸頻寬限制，如此將可有效提升VDSL2網路連線速率，有助於電信業者提供高速上網服務以及IPTV服務應用。

4.G.fast高速技術

G.fast期待銅線於短距離內提供更高速的服務速率，該技術標準目前仍正在制訂與發展中，預計2014年完成。此技術的特色為可在傳輸距離100公尺內達到500Mbps~1Gbps的連線速率，且上行速率與下行速率可以依據用戶服務的頻寬需求做配置，同時可與既有的ADSL與VDSL等技術相容。此技術預期除可將既有用戶銅線速率於短距離內大幅提升外，亦可協助解決對於光纖佈建難以入戶的用戶，提供更高速的頻寬服務。

(二) PON接取技術

由於網路服務的頻寬需求增加，光纖化已是接取網路的發展趨勢，被動式光網路具有高速率、高品質、頻寬分享等特性，成為光纖接取網路的主要技術。目前有兩種技術已廣為全球各電信營運商採用：EPON (Ethernet PON, EPON) 是IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 組織以成熟的Ethernet技術為基礎所發展；GPON (Gigabit-capable PON, GPON) 則為ITU-T所發展，具備更高的頻寬與標準化的管理介面。之後，因應服務頻寬及新需求的持續增加，下一代的PON網路技術與市場將持續發展，緊接著是10G PON (10-Gigabit-capable Passive Optical Network, 10G PON) 技術，如10G-EPON (10-Gigabit-capable Ethernet Passive Optical Network, 10G-EPON) 與XG-PON (10-Gigabit-capable passive optical network)，而後則是40Gbps的NG-PON2 (Next Generation passive optical network 2, NG-PON2) 技術。

1.10G-EPON技術：

IEEE組織於2009年完成IEEE 802.3av 10G-EPON標準。10G-EPON為繼承EPON所發展，大幅提升傳輸速率以滿足更高的頻寬需求，10G-EPON的傳輸速率下行為10 Gbps，上行為1 Gbps或10 Gbps。除了因應速率提升而修改了PCS (Physical Coding Sublayer) 層的編碼，10G-EPON技術大致沿用EPON技術。而基於網路平滑演進，EPON與10G-EPON共用ODN (Optical Distribution Network, ODN) 網路，使用

WDM (Wavelength-Division Multiplexing, WDM) 技術對不同光波長的EPON與10G-EPON進行多工與濾波。

2.XG-PON技術：

ITU-T與FSAN (Full Service Access Network) 在2010到2012年陸續公佈G.987系列XG-PON標準文件。基本上XG-PON是G-PON的速率提升與性能加強，它具備更高的速率(下行10 Gbps；上行2.5 Gbps)及更大的分歧比，增加時間同步機制以滿足行動後傳網路(mobile backhaul)等需求，增加能源管理功能以因應節能的需求，並加強了認證、加密等資訊安全功能。XG-PON的TC (Transmission Convergence, TC) 層標準為G.987.3，架構大致沿用GPON，但為因應速率與用戶數的提升，部分的碼框結構與欄位仍做了必要之修改，以利於XG-PON的實現與處理。基於GPON到XG-PON的演進與共存，GPON和XG-PON可以通過WDM共存於ODN網路。

3.NG-PON2技術：

FSAN已陸續進行NG-PON2相關需求與技術的討論，並編修NG-PON2的需求白皮書與技術白皮書，NG-PON2的標準化時程大約在2013年至2015年。NG-PON2技術重點在於提升速率、引用新技術、考慮網路演進、及支援新服務需求。NG-PON2的速率需求至少為下行40 Gbps、上行10 Gbps，由於PON單一波長速率已達10Gbps，NG-PON2引用WDM等技術以提升整體傳輸速率。網路演進方面，考慮重複使用ODN及支援與GPON/XG-PON共存，由於網路演進的策略不同，NG-PON2的波長規劃需考慮GPON/XG-PON/10G-EPON的各種演進方式。而在服務需求上，除了既有固網服務，將納入對無線行動網路的支援，包括backhaul與fronthaul。其它重點還包含：節能要求、無色ONU (colorless ONU)、Rogue ONU偵測、延長服務距離等。2013年3月ITU-T/FSAN公布NG-PON2一般需求標準G.989.1，而實體層標準G.989.2目前也完成大部分的草案內容。標準採用了TWDM-PON (Time and Wavelength Division Multiplexed PON, TWDM-PON) 技術，上下行至少各包含4個TWDM波長，下行則有8個波長的選項，每個波長之基本速率與XG-PON相同，但另有上下行10Gbps的對稱速率選項，此外NG-PON2還包含一個點對點波長疊加選項，稱為PiP WDM。NG-PON2的波長規劃，目前標準草案選定TWDM-PON下行使用L+波段，上行使用C-波段。後續ITU-T/FSAN將完成G.989.2實體層標準的細節，並開始制定TC層等其餘NG-PON2標準。

(三) HFC接取技術

有線電視寬頻服務網路，以頻率多工方式將多頻道視訊源多工後匯入分配線網路主分配線，再利用系列的主分配線、次分配線或延伸放大器將訊號分接到用戶終端。分配線網路是採樹狀（Tree and Branch）拓樸；服務則包括寬頻上網服務、VOIP服務、企業客戶專線服務、整合性服務等。

在寬頻技術的發展上，Cable業者以DOCSIS（Data Over Cable Service Interface Specification, DOCSIS）技術提供用戶2Mbit/s以上寬頻上網服務，而其技術主要的演進是從低速的DOCSIS 1.0、DOCSIS 1.1（30Mbit/s per channel），一直演進到高速的DOCSIS 2.0（40Mbit/s per channel）及DOCSIS 3.0。在這些標準的演進過程中，Cable的寬頻能力有兩項重大的技術突破，其一是DOCSIS 2.0技術採用了ATDMA（Advanced Time Division Multiple Access, ATDMA）或SCDMA（Synchronous Code Division Multiple Access, SCDMA）上行通道技術，強調抗雜訊能力提升，使上行頻寬得以突破，而DOCSIS 3.0更採用頻道網綁技術（Channel Bonding）突破一個頻道的頻寬限制，提升上下行整體頻寬。

1. DOCSIS 3.0技術：

之前的技術只利用一個頻道傳送資料，一個6MHz的頻道可傳送的資料量有限，於是DOCSIS 3.0利用頻道網綁（Channel Bonding）的技術，使其具備跨頻道頻寬分享能力將頻寬提升，在上／下行為4個／4個通道為例時，其最大可達頻寬能力（實體層）為120Mbit/s/160Mbit/s；DOCSIS 3.0亦增加通訊安全功能、AES（Advanced Encryption Standard, AES）加密標準、IPV6等功能。於網路維運部分，增加針對設備功能設定與狀態管理、網路品質監控和訊務管理的統計資訊。

2. DOCSIS 3.1技術：

為了與電信業者光纖技術相抗衡，目前DOCSIS 3.0在現有頻道分佈及架構下技術仍有瓶頸，為了達到提昇上下行寬頻，CableLabs規劃的DOCSIS3.1正在制定中，預計2013年完成標準擬定，2014年推出商用產品，DOCSIS 3.1標準定出10Gbps下行和2Gbps上行的頻寬，主要想超越當前電信運營商光纖到家網路提供的頻寬，在技術方面DOCSIS 3.1為實現更高頻寬的傳輸，將現有DOCSIS 3.0的256QAM調變技術升級到1024QAM甚至4096QAM，為達到更高的頻譜利用率，更以OFDM技術

及LDPC（Low-density parity-check）的FEC（Forward Error Correction）新技術來改善，使速率獲得大幅提升。

三、結語

本文介紹並探討接取網路寬頻技術，包括DSL、PON以及HFC之最新發展現況。由技術標準發展過程觀察，發展光纖到家逐漸轉變為發展寬頻到家（Broadband to the Home）為技術標準發展演變之重要趨勢。

檢視下一代接取網路技術之發展目標，除了須具備支援多重服務能力外，營運商尤其關心技術的可擴展性、是否支援網路平滑演進以及能否提供低廉的建置（CAPEX）及維運（OPEX）成本。此一趨勢可由NG-PON2技術評選最後選用以XG-PON技術為基礎之TWDM-PON技術出線之案例可窺其端倪。藉由使用具備成熟性的元件支援網路新技術發展，可有效兼顧未來性及保障既有投資並降低新投資成本與風險，是固網新一代寬頻接取網路技術標準發展最重要之考量。

對於新技術可支持新的商業服務模式，未來營運商也應該評估自身未來的商業需求，這也是後續國際標準發展須持續探討的議題。☞

（作者均任職於中華電信研究院）

參考資料

1. MIC報告，“2012年第四季全球領導電信業者關鍵議題短評”，01/2013.
2. ITU-T G.998.2, "Ethernet-based multi-pair bonding", 01/2005.
3. ITU-T G.993.5, "Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers", 04/2010.
4. ITU-T G.998.4, "Improved impulse noise protection for DSL transceivers", 06/2010.
5. FSAN, "Full-service access network white paper: Next-generation 2 access network technology", May 2012.
6. Draft new Recommendation ITU-T G.989.2, "40-Gigabit-capable passive optical networks 2 (NG-PON2) : Physical media dependent (PMD) layer specification", Aug 2013.



與時俱進、與品質為伍、與趨勢同步 修正寬頻服務品質規範， Best effort的具體實現

■鄭明宗、簡秀峯
■陳國龍 指導

法令依據

「固定通信業務管理規則」第54條：「經營者所經營之固定通信網路，其客戶服務品質及網路性能服務品質，應符合主管機關所定服務品質規範。主管機關得視實際需要，自行或委託民間團體進行評鑑，並得定期公告各經營者服務品質之評鑑報告。」

前監理機關交通部電信總局為確保開放後之固定通信業務客戶服務品質及網路性能品質，業於88年依據上述法規訂定「固定通信業務服務品質規範」，並經國家通訊傳播委員會（以下簡稱本會）於96年完成修正，期健全國家資訊基本建設，保障廣大消費者權益。

現行措施

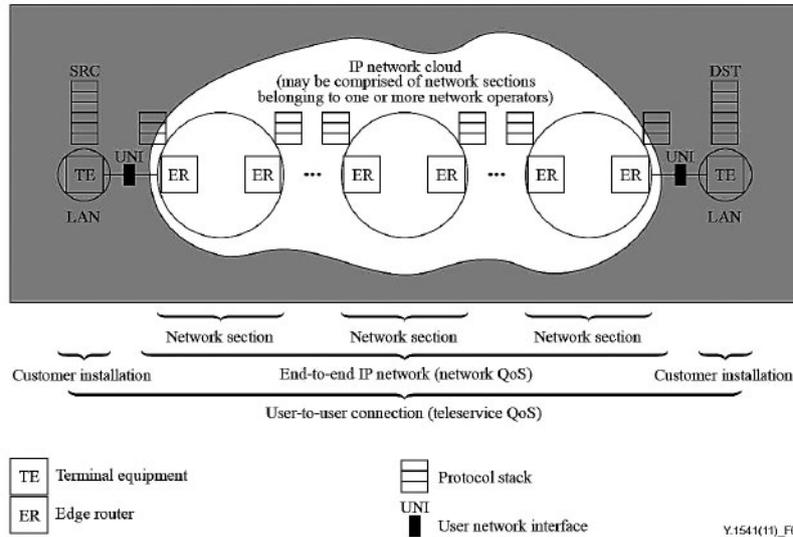
本會自成立以來，每兩年依「固定通信業務服務品質規範」辦理委託民間專業團體進行評鑑，其中包括供裝時程、障礙次數與修復時間及出帳正確率等服務品質指標項目之撥打測試，及以電話訪談方式執行客戶滿意度調查等兩部分。目前該等品質指標項目仍僅限於市內電話及市網專線等範圍，未包含民眾日益關切之寬頻上網服務品質，本會已著手修正固定通信業務服務品質規範，予以增列測項，惟在該規範尚未完成修正前，特於102年度之委外評鑑時在客戶滿意度調查中增加對寬頻上網服務之滿意度調查，針對寬頻上網之速率、費用、維修及資訊等服務項目，徵詢使用者意見，相關電話調查作業刻正進行中，預定於12月公布各家固定通信網路業者之調查結果。

未來方向

隨著網路應用蓬勃發展，網路連線品質日益受到消費者重視，本會刻正修訂固定通信業務服務品質規範，依據ITU-T Y.1221及Y.1541網路服務品質定義，其適用範圍為用戶網路端（User Network Interface, UNI）對用戶網路端（如圖1所示），網路服務品質則可分為6個等級（如表1所示，class 0~5），一般傳統網路應用歸為class 5（如表2所示），其傳輸品質屬「Best effort」（如表3所示），ITU對於符合class 5之網路架構並無提出相關規範的網路效能參數，即class 5網路架構不保證網路效能，其實際傳輸速率會因上網終端設備、距離、同時間上網用戶數、所在位置之環境及到訪網站之連外頻寬等因素之影響而有所變化。

雖寬頻網路服務被歸為「Best effort」分類，惟為保障消費者權益，本會於102年度起委託財團法人電信技術中心進行固網寬頻上網速率量測，揭露各業者實際上網速率供消費者參考，並推動固定通信業務服務品質規範修法，另將「寬頻上網電路」項目納入服務品質規範管理（相關草案如表4），再配合前揭之問卷調查作業，以督促業者真正落實「Best effort」之精神，具體且確實地提升寬頻上網服務品質。☺

（作者分別為通訊營管處 科長、技士）
（指導者為本會技監兼通訊營管處處長）



NOTE – Customer Installation equipment (shaded area) is for illustrative purposes only.

圖1 網路服務品質的適用參考範圍
資料來源：ITU-T Y.1541

表1 網路服務品質分類表

Network performance parameter	Nature of network performance objective	QoS Classes					
		Class 0	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5 Unspecified
IPTD	Upper bound on the mean IPTD (Note 1)	100ms	400ms	100ms	400ms	1 s	U
IPDV	Upper bound on the 1-10 ⁻³ quantile of IPTD minus the minimum IPTD (Note 2)					U	U
IPLR	Upper bound on the packet loss probability	1 × 10 ⁻³ (Note 4)	1 × 10 ⁻³ (Note 4)	1 × 10 ⁻³	1 × 10 ⁻³	1 × 10 ⁻³	U
IPER	Upper bound	1 × 10 ⁻⁴ (Note 5)					U

資料來源：ITU-T Y.1541

表2 適用服務品質之網路應用

QoS class	Applications (examples)	Node mechanisms	Network techniques
0	Real-time, jitter sensitive, high interaction (VoIP, VTC)	Separate queue with preferential servicing, traffic grooming	Constrained routing and distance
1	Real-time, jitter sensitive, interactive (VoIP, VTC)		Less constrained routing and distance
2	Transaction data, highly interactive (Signalling)	Separate queue, drop priority	Constrained routing and distance
3	Transaction data, interactive		Less constrained routing and distance
4	Low loss only (short transactions, bulk data, video streaming)	Long queue, drop priority	Any route/parth
5	Traditional applications of default IP networks	Separate queue (lowest priority)	Any route/parth

資料來源：ITU-T Y.1541

表3 網路服務品質與傳輸效能對照表

Table 1 - Summary mapping table from ITU-T Y.1541 QoS classes to ITU-T Y.1221 transfer capabilities

	QoS Classes					
	Class 0	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5
Transfer capabilities from ITU-T Y.1221	DBW		DSBW			BE

資料來源：ITU-T Y.1541

表4 固定通信業務服務品質規範修正草案

業務	服務品質項目	指標值			說明
		第一年	第二年	第三年	
市內網路	服務供裝時程（註一）	≤4天	≤3天	≤2天	時程定義：自受理或繳費之次日起至提供服務，以工作天計算。其中服務供裝時程採平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	接續完成率（註二）	≥95%	≥96.5%	≥97%	在可以正常使用情形下，排除客戶因素的端對端（end-to-end）正確接通呼叫比例。其中接續完成率採年平均計算。
	每年每百路障礙次數	≤30次	≤25次	≤20次	在一年中每一百電路之年平均障礙次數，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	障礙修復時間	≤2天	≤1.5天	≤0.7天	每次客戶障礙申告確定後到恢復可以正常使用的時間，以工作天計算。其中障礙修復時間採平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	障礙修復率	≥96.5%	≥97%	≥97.5%	客戶障礙申告確定後之下一個工作天內完成障礙修復之比例，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	出帳正確率	≥99.85%	≥99.90%	≥99.95%	計算公式如下：[（出帳帳單數-出帳錯誤帳單數）/出帳帳單數]×100%
長途網路	服務供裝時程（註一）	≤4天	≤3天	≤2天	時程定義：自受理或繳費之次日起至提供服務，以工作天計算。其中服務供裝時程採平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	接續完成率（註二）	≥95%	≥96.5%	≥97%	在可以正常使用情形下，排除客戶因素的端對端（end-to-end）正確接通呼叫比例。其中接續完成率採年平均計算。
	每年障礙次數	≤0.3次	≤0.25次	≤0.2次	在一年中因障礙而使客戶無法正常使用的次數。其中障礙次數採年平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	障礙修復時間	≤2天	≤1.5天	≤0.7天	每次客戶障礙申告確定後到恢復可以正常使用的時間，以工作天計算。其中障礙修復時間採平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	出帳正確率	≥99.85%	≥99.90%	≥99.95%	計算公式如下：[（出帳帳單數-出帳錯誤帳單數）/出帳帳單數]×100%
國際網路	服務供裝時程（註一）	≤4天	≤3天	≤2天	時程定義：自受理或繳費之次日起至提供服務，以工作天計算。其中服務供裝時程採平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	每年障礙次數	≤0.3次	≤0.25次	≤0.2次	在一年中因障礙而使客戶無法正常使用的次數。其中障礙次數採年平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	障礙修復時間	≤2天	≤1.5天	≤0.7天	每次客戶障礙申告確定後到恢復可以正常使用的時間，以工作天計算。其中障礙修復時間採平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	出帳正確率	≥99.85%	≥99.90%	≥99.95%	計算公式如下：[（出帳帳單數-出帳錯誤帳單數）/出帳帳單數]×100%

表4 固定通信業務服務品質規範修正草案

業務	服務品質項目	指標值			說明
		第一年	第二年	第三年	
電路出租	服務供裝時程				時程定義：自受理或繳費之次日起至提供服務，以工作天計算。其中服務供裝時程採平均計算，並排除專案建設案件及客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	≤64K	≤7日	≤6日	≤5日	
	≥128K~≤2M	≤20日	≤15日	≤12日	
	>2M~<50M	≤25日	≤18日	≤14日	
	≥50M	≤30日	≤20日	≤15日	
	每年障礙次數				在一年中因障礙而使客戶無法正常使用，且經申告確定的次數。其中障礙次數採年平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	≤64K	≤0.3次	≤0.2次	≤0.1次	
	≥128K~≤2M	≤0.3次	≤0.2次	≤0.1次	
	>2M~<50M	≤0.3次	≤0.2次	≤0.1次	
	≥50M	≤0.3次	≤0.2次	≤0.1次	
障礙修復時間	≤2天	≤1.5天	≤0.7天	1.每次障礙確定後到恢復可以正常使用的時間，以工作天計算。其中障礙修復時間採平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。 2.障礙確定之時間，以業者察覺或接到客戶通知之最先時間為準。但有事實足以證明實際開始阻斷之時間者，依實際開始阻斷之時間為準。	
障礙修復率	≥91%	≥92%	≥93%	客戶障礙申告確定後之下一個工作天內完成障礙修復之比例，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。	
出帳正確率	≥99.85%	≥99.90%	≥99.95%	計算公式如下： [(出帳帳單數-出帳錯誤帳單數) / 出帳帳單數] × 100%	
寬頻上網電路	服務供裝時程				時程定義：於可供裝區域內，自受理或繳費之次日起至提供服務，以工作天計算。其中服務供裝時程採平均計算，並排除專案建設案件及客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	100M（不含）以下	≤8日	≤7日	≤6日	
	100M（含）以上	≤9日	≤9日	≤8日	
	每年每百路障礙次數	≤150次	≤120次	≤90次	在一年中每一百電路之年平均障礙次數，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	障礙修復時間	≤2天	≤1.5天	≤1天	1.每次障礙確定後到恢復可以正常使用的時間，以工作天計算。其中障礙修復時間採平均計算，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。 2.障礙確定之時間，以業者察覺或接到客戶通知之最先時間為準。但有事實足以證明實際開始阻斷之時間者，依實際開始阻斷之時間為準。
	障礙修復率	≥48%	≥49%	≥50%	客戶障礙申告確定後之下一個工作天內完成障礙修復之比例，並排除客戶、不可抗力等非可歸責業者之因素。
	出帳正確率	≥99.85%	≥99.90%	≥99.95%	計算公式如下： [(出帳帳單數-出帳錯誤帳單數) / 出帳帳單數] × 100%
廣告速率達成率	本項目不訂定指標值，並委由第三方公正單位量測及公佈結果			1.計算公式如下： [資料速率 / 廣告速率] × 100% 2.資料速率量測範圍為客戶端至測速伺服器，其測速伺服器與客戶端距離不得小於客戶端與最近機房距離。	
客戶滿意度	評比			委由消費者保護相關團體評比	
	評比指標由消費者保護相關團體訂定之				

註一：1. 服務供裝完成與否，以服務是否提供至交接責任點〔DP (Demarcation Point)〕來認定。
2. 服務供裝時程指標值不適用於經主管機關公告為不經濟之地區。

註二：接續完成率之檢測時段為忙時 (busy hour)，且其檢測區段為自有網路。

委員會議重要決議

102.11.1-102.11.30

日期	事項
102年11月6日	<p>照案通過依本會委員會議審議事項及授權內部單位辦理事項作業要點第5點、第7點所列案件清單計298件及第4點、第6點所列業經本會第409次分組委員會議決議案件計28件。</p> <p>審議通過：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、「行動通信網路業務用戶號碼申配作業須知」草案辦理後續發布事宜。 二、廢止「行動電話經營業者網路編碼申配作業須知」、「第三代行動通信業務經營業者網路編碼申配作業須知」、「無線寬頻接取業務網路編碼申配作業須知」及「一九〇〇兆赫數位式低功率無線電話業務經營業者網路編碼申配作業須知」。
102年11月13日	<p>照案通過依本會委員會議審議事項及授權內部單位辦理事項作業要點第5點、第7點所列案件清單計303件及第4點、第6點所列業經本會第410次分組委員會議決議案件計11件。</p> <p>審議通過「通訊傳播匯流修法優先對外徵詢議題-如何促進固網寬頻產業競爭環境，落實用戶迴路管線平等接取」公開意見徵詢。</p> <p>核定台灣大哥大股份有限公司所報新增第三代行動通信業務「預付卡上網儲值包 250MB」及「預付卡上網儲值包2GB」資費方案。</p> <p>核定遠傳電信股份有限公司所報新增第三代行動通信業務「遠傳易付網儲值方案」資費方案。</p> <p>審議通過「行動寬頻業務」競價結束後處理-行動寬頻得標業者與第三代行動通信業者相互投資合併處理原則。</p>
102年11月20日	<p>照案通過依本會委員會議審議事項及授權內部單位辦理事項作業要點第5點、第7點所列案件清單計341件及第4點、第6點所列業經本會第411次分組委員會議決議案件計34件。</p> <p>基於股權受讓人（以下簡稱受讓人）下列相關具體承諾，許可荷蘭商Max Growth B.V.轉讓其所持有暨投資事業壹傳媒傳訊播放事業股份有限公司所持有之國內事業壹傳媒電視廣播股份有限公司全數股份，其中第（一）至第（五）項並納入壹電視新聞台及era news年代新聞頻道之營運計畫：</p> <ol style="list-style-type: none"> （一）落實壹電視新聞台倫理委員會。 （二）壹電視新聞台頻道之員工補實計畫。 （三）壹電視新聞台、era news年代新聞等頻道之經營區隔。 （四）維持壹電視新聞台、era news年代新聞等新聞頻道之編採獨立自主。 （五）新聞頻道之涉己事件規範原則。 （六）有關三立新聞台及民視新聞台之頻道代理規劃，受讓人承諾民視新聞台之頻道代理契約將至103年12月31日止，屆期後即不再續約；另受讓人認知主管機關期望三立新聞台之頻道代理契約於103年12月31日前終止，受讓人願盡力進行該頻道代理契約終止之商談，以儘早終止該頻道之代理契約，並承諾三立新聞台之頻道代理權至遲於105年12月31日前終止，終止後即不再代理該頻道。

日期	事項
102年11月20日	<p>一、許可龍華數位媒體科技股份有限公司所屬龍華經典、龍華戲劇及龍華偶像等3頻道換發衛星廣播電視節目供應者執照。</p> <p>二、許可博斯數位股份有限公司所屬博斯足球台、博斯無限台、博斯運動網、博斯網球台、博斯魅力網等5頻道，及靖天傳播國際事業股份有限公司所屬Nice Bingo及靖天育樂台等2頻道換發衛星廣播電視節目供應者執照。</p> <p>三、許可八大電視股份有限公司及友量娛樂科技股份有限公司分別經營衛星廣播電視節目供應者八大HD戲劇台及境外衛星廣播電視節目供應者DaVinCi Learning達文西頻道。</p> <p>審議通過「有線廣播電視系統工程技術管理規則」及「有線廣播電視系統工程查驗技術規範」修正草案辦理後續預告事宜。</p> <p>審議通過「通訊傳播匯流修法優先對外徵詢議題－電信事業對違法或不當網路內容是否應分攤責任」公開意見徵詢。</p>
102年11月27日	<p>照案通過依本會委員會議審議事項及授權內部單位辦理事項作業要點第5點、第7點所列案件清單計245件及第4點、第6點所列業經本會第412次分組委員會議決議案件計27件。</p> <p>審核決議臺南市等5縣市8家有線電視（播送）系統經營者103年度基本頻道收視費用如下：</p> <p>（一）臺南市雙子星有線電視股份有限公司每戶每月收視費用為新臺幣480元。</p> <p>（二）臺南市三冠王有線電視股份有限公司每戶每月收視費用為新臺幣480元。</p> <p>（三）臺南市新永安有線電視股份有限公司每戶每月收視費用為新臺幣515元。</p> <p>（四）臺南市南天有線電視股份有限公司每戶每月收視費用為新臺幣510元。</p> <p>（五）嘉義市世新有線電視股份有限公司每戶每月收視費用為新臺幣510元。</p> <p>（六）澎湖縣澎湖有線電視股份有限公司每戶每月收視費用為新臺幣525元。</p> <p>（七）金門縣名城事業股份有限公司每戶每月收視費用為新臺幣575元。</p> <p>（八）連江縣祥通有線播送系統股份有限公司每戶每月收視費用為新臺幣545元。</p> <p>審議通過「通訊傳播監督管理基金收支保管及運用辦法」部分條文修正草案辦理後續預告事宜及簽報行政院。</p> <p>審議通過「電信商品（服務）禮券定型化契約應記載及不得記載事項」修正草案辦理後續預告事宜。</p> <p>核准大信有線電視股份有限公司終止經營市內、國內長途陸纜電路出租業務。</p>



內
付
資
已
郵
國

板橋郵局許可證
板橋第01489號
中華郵政台北雜誌
第1102號

無法投遞請退回



 **國家通訊傳播委員會**
NATIONAL COMMUNICATIONS COMMISSION

地址：10052臺北市仁愛路一段50號

電話：886-2-33437377

網址：<http://www.ncc.gov.tw>

為地球盡一份心力，本書採用環保紙印製。

ISSN : 1994-9766



GPN : 2009600628
定價：新臺幣 100 元